

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**COMPARACIÓN DEL SISTEMA HACCP Y EL CONTROL DE CALIDAD
ACTUAL EN LA MATANZA Y DESHUESE DE GANADO PORCINO EN
UN RASTRO EN ESCUINTLA**

ASTRID SUSETTE GARCÍA-SALAS GUZMÁN

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“COMPARACIÓN DEL SISTEMA HACCP Y EL CONTROL DE
CALIDAD ACTUAL EN LA MATANZA Y DESHUESE DE
GANADO PORCINO EN UN RASTRO EN ESCUINTLA”**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

ASTRID SUSETTE GARCÍA-SALAS GUZMÁN

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO ACADEMICO DE
LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004.

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano: Dr. M.V. Mario Llerena Q.
Secretaria: Dra. M.V. Beatriz Santizo.
Vocal Primero: Dr. M.V. Yeri Edgardo Véliz P.
Vocal Segundo: Dr. MV Freddy González.
Vocal Tercero: Dr. MV Edgar Bailey.
Vocal Cuarto: Br. Estuardo Ruano.
Vocal Quinto: Br. Daniel Barrios.

Asesores:

Lic. Zoot. Rómulo Gramajo Lima

Lic. María Mercedes de Asturias

Dra. M.V. Virginia de Corzo

Ing. Agr. Zoot. Miguel Ángel Gutiérrez O.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de Tesis titulado:

“COMPARACIÓN DEL SISTEMA HACCP Y EL CONTROL DE CALIDAD ACTUAL EN LA MATANZA Y DESHUESE DE GANADO PORCINO EN UN RASTRO EN ESCUINTLA”

Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia como requisito para conferírsele el Grado Académico de

LICENCIADA ZOOTECNISTA.

ACTO Y TESIS QUE DEDICO A:

Dios:

Por darme el privilegio de la vida, del estudio, de la capacidad intelectual y de lograr esta meta.

Mis padres:

Ing. Gustavo Antonio García-Salas Cobar.

Dora Guzmán de García-Salas.

Por su comprensión, ayuda, sus enseñanzas y su amor, gracias.

Mis hermanos:

Gustavo y Lissette.

Por su apoyo y ayuda.

Mi hijo:

Mauricio.

Por ser el motivo de superación.

Mis sobrinos:

Diego, Andrés, Vanessa, Estéban.

Mi esposo:

Oswaldo Colón.

Mis amigos:

Silvia Zea, Violeta Escobar, Ligia Bártres, Edgar Palma, Julio Catú, Fernando Figueroa, Lilia Rojas y José Pablo Molina.

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a:

Mis asesores:

Especialmente al Ing. Miguel Ángel Gutiérrez.

Mis compañeros de trabajo:

Julio Catú, Pablo Monzón y Lyonel Alvarado
Por su colaboración en el desarrollo de la tesis.

A todas las personas:

Que colaboraron en la realización del estudio.

La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. General	4
3.2. Específico	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Calidad de la carne	5
4.2. Calidad de la canal	6
4.3. Contaminación de la carne	7
4.4. Microbiología de la carne	8
4.5. HACCP (Análisis de riesgos y puntos críticos de control)	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1. Localización	12
5.2. El proceso de matanza	12
5.3. El control de calidad	13
5.4. Fases y descripción metodológica del estudio	14
a. Registro de muestra	15
b. Material y equipo utilizado para el análisis	16
c. Preparación de medios de cultivo	17
d. Procedimiento de siembra	17
e. Conteo de Colonias	18
f. Análisis realizados	19
5.5. Análisis de resultados	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	36
IX. RESUMEN	37
X. BIBLIOGRAFÍA	39
XI. ANEXOS	42

ÍNDICE DE ANEXOS

11.1. Anexo 1. Plan HACCP del Rastro en Palín, Escuintla.	43
11.2. Anexo 2a. Descripción del producto del Rastro en Palín, Escuintla.	47
11.2. Anexo 2b. Análisis e Identificación de Riesgos y Puntos Críticos de Control del Rastro en Palín, Escuintla.	48
11.3. Anexo 3. Plan HACCP del Deshuese en Palín, Escuintla.	53
11.4. Anexo 4a. Descripción del producto del Deshuese en Palín, Escuintla.	56
11.4. Anexo 4b. Análisis e Identificación de Riesgos y Puntos Críticos de Control del Deshuese en Palín, Escuintla.	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efectos de los métodos de control de calidad: tradicional vrs. HACCP Sobre la carga microbiológica en las diferentes etapas del proceso de matanza de cerdos en un rastro en Palín, Escuintla.	27
Cuadro 2. Comparación de los análisis microbiológicos de la carne deshuesada antes y después de implementado el plan HACCP en el recorte de cerdo y la norma COGUANOR 34245 en un deshuese en Palín, Escuintla.	30
Cuadro 3. Efecto de los métodos de control de calidad: tradicional vrs. HACCP sobre el pH45, pH24, color, marmoreo y textura de la carne en un rastro y deshuese en Palín, Escuintla.	33
Cuadro 4. Comportamiento de las temperaturas de las cámaras de refrigeración y congelamiento antes y después de implementado el sistema HACCP en un rastro y deshuese en Palín, Escuintla.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de matanza de un rastro en Palín, Escuintla.	23
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de deshuese en Palín, Escuintla.	24
Figura 3. Recuento total de bacterias aerobias en canales muestreadas en pierna (p) y abdomen (a) antes (A) y después (D) de implementado el HACCP a lo largo del proceso de matanza en un rastro en Palín, Escuintla.	28
Figura 4. Comparación de los recuentos totales de bacterias aerobias en 5 muestras de carne deshuesada antes y después de implementado el HACCP en un deshuese en Palín, Escuintla.	31
Figura 5. Comparación de los análisis microbiológicos de recuentos totales de coliformes en 5 muestras de carne deshuesada antes y después de HACCP en un deshuese en Palín, Escuintla.	31

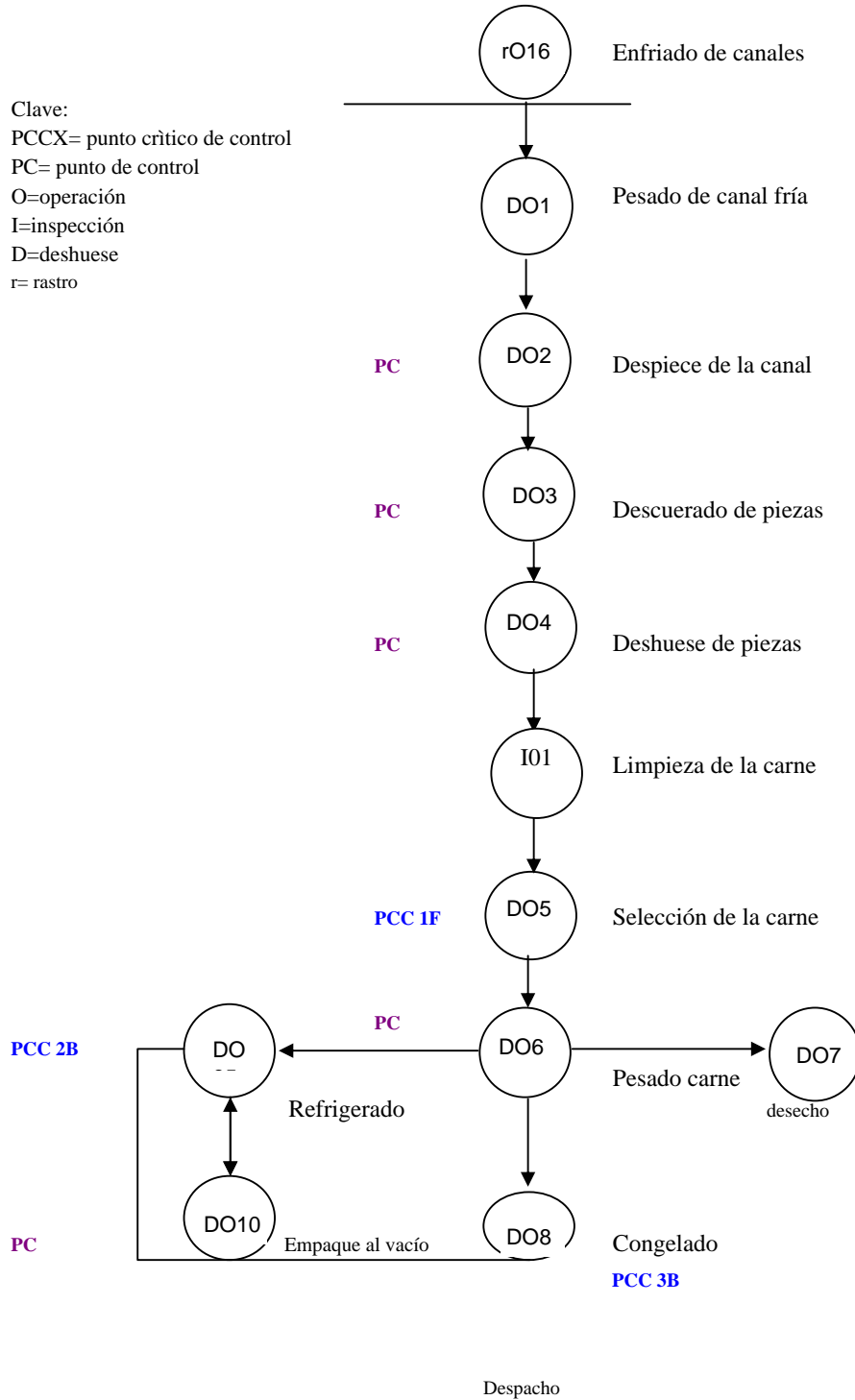
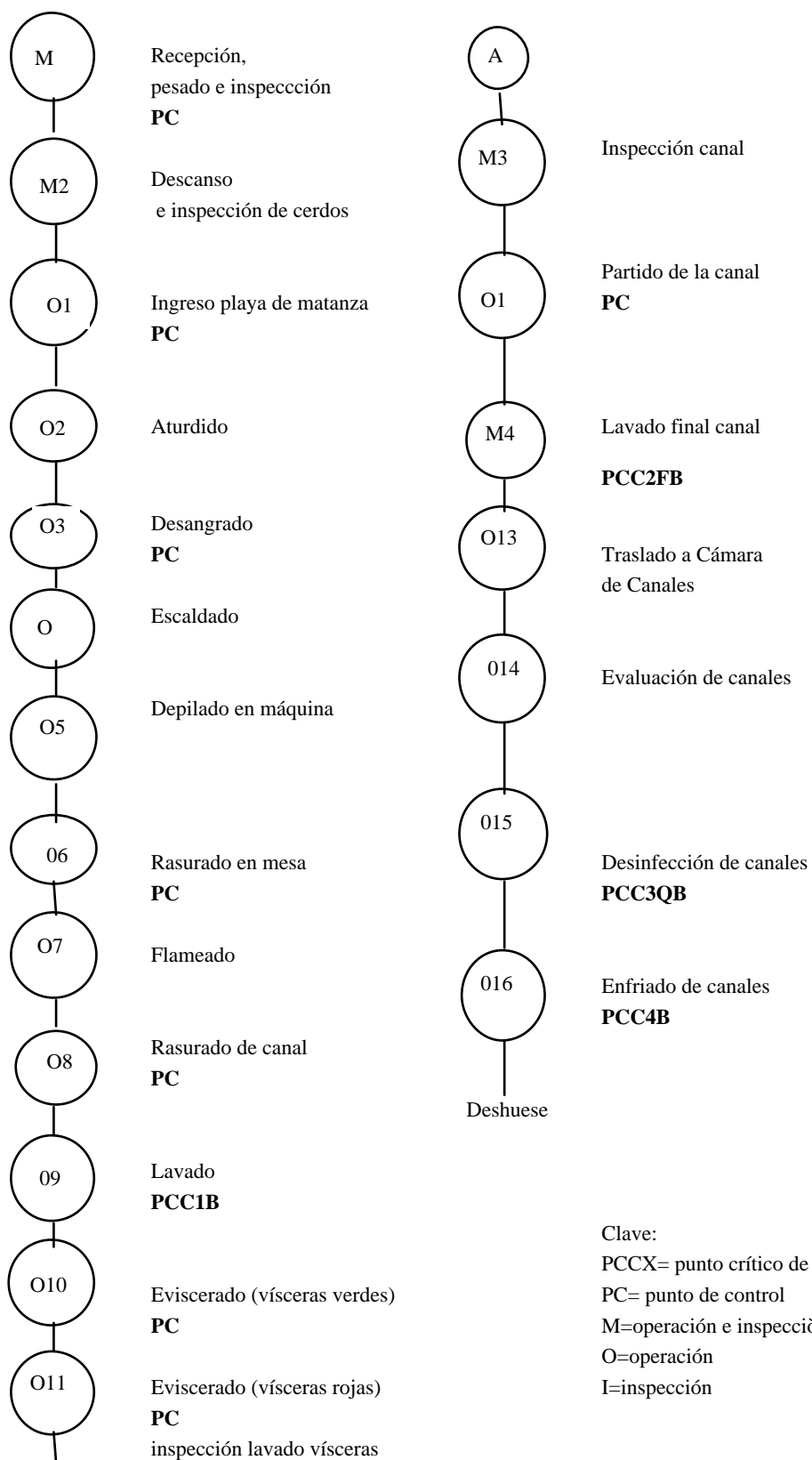


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de deshuese en Palín, Escuintla.



Clave:

PCCX= punto crítico de control

PC= punto de control

M=operación e inspección

O=operación

I=inspección

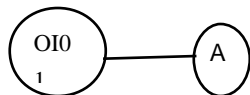


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de matanza del rastro en Palín, Escuintla

Anexo 3.

Plan HACCP del Deshuese en Palín, Escuintla.

PROCESO: Deshuese de cerdo a término. PRODUCTO: Piezas de carne de cerdo. NOMBRE COMÚN: carne deshuesada. Elaborado por: Astrid García-Salas. Versión:1

# PCC y PASO DEL PROCESO	Limites Críticos	Procedimientos de Monitoreo y Frecuencia	Registros HACCP	Procedimientos y Frecuencia de Verificación	Acciones Correctivas
PCC 1F Selección de la carne. (DO5)	<p>Límites Críticos: No debe haber presencia de material extraño. No deben de aparecer mas de 3 huesos y el tamaño de estos huesos no debe exceder los 10mm en la pierna, brazuelo o 14mm en nuca y recorte</p> <p>Medida preventiva: Capacitación al personal en el procedimiento de deshuese. Inspección de la carne.</p> <p>Fuente: Manual de procedimientos de deshuese.</p>	<p>Monitoreo: Hacer una inspección visual de la carne y por medio del tacto detectar la presencia de hueso Revisar cuidadosamente la carne que llegue a la rotonda, los cortes principales son posta p, posta b, recorte y nuca. Se inspeccionará un 10% de cada corte.</p> <p>Frecuencia: Diario.</p> <p>Procedimiento: El jefe de grupo será responsable de revisar la posta p, posta b y la nuca. El monitor de calidad será responsable de revisar dos canastas de recorte de 60 libras cada una.</p>	<p>Hoja de registros de puntos críticos de control del proceso del deshuese R.PCCd.00.7 R.PCCd.00.3</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), se llevará a cabo por el oficial responsable del establecimiento quien tomará las acciones correctivas correspondientes de cada punto crítico de control (PCC). La verificación del Supervisor de control de calidad se realizará semanalmente. Los registros de los PCC se deben revisar dentro del día de producción o a más tardar al día siguiente de su procesamiento, por lo supervisores, para ver si están completos y para asegurarse que los factores críticos se han cumplido. La verificación de la coordinadora de HACCP se realizará 1 vez al mes Para la verificación se utilizarán los formatos de verificación RV.D01 al 05.</p>	<p>Problema (Límite Crítico Sobrepasado):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presencia de un material extraño que no sea hueso. 2. Presencia de hueso en un número mayor de 3 huesos que el tamaño se encuentre por encima de los límites que son: >10mm en el pierna, brazuelo o > de 14mm en nuca y recorte <p>Disposición Del Producto: Retener el producto hasta su revisión. Procedimiento: (Pasos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si hay un hueso que sobrepase el límite revisar el procedimiento de limpieza del operario y corregirlo. 2. Revisar la carne deshuesada 30 minutos antes del hallazgo. Si se encuentra mayor incidencia se revisará la carne producida en 30 minutos antes y así hasta revisar la producción del día. 3. si se encuentra un material extraño hay que definir la procedencia y revisar el proceso así como seguir el paso 4. 4. rechace el producto que presente contaminación. <p>Responsable De Tomar La Acción Correctiva:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jefe de grupo del deshuese y medico veterinario. <p>Revisar la prueba de nuevo para asegurar la calidad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visual.

Continuación Anexo 3.

# PCC y PASO DEL PROCESO	Limites Críticos	Procedimientos de Monitoreo y Frecuencia	Registros HACCP	Procedimientos y Frecuencia de Verificación	Acciones Correctivas
PCC 2B Refrigerado. (DO9)	<p>La temperatura de la cámara de refrigeración debe estar a una temperatura máxima de 4°C.</p> <p>Medida preventiva: Mantenimiento de la temperatura adecuada. Mantenimiento preventivo del equipo. Capacitación al personal en el procedimiento de manejo de la carne.</p> <p>Fuente:· Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Planta Palín.</p>	<p>TIPO DE MONITOREO</p> <p>1. Llevar un control de la temperatura de la cámara. 2.Revisión de la temperatura de la cámara por control de calidad.</p> <p>FRECUENCIA:</p> <p>1. cada 3 horas. 2. 2 veces al día</p> <p>PROCEDIMIENTO</p> <p>1.Revisar la temperatura del termómetro de la cámara. 2.Con un termómetro portátil revisar la temperatura de la cámara y comprobar que coincide con la que indica el termómetro de la cámara.</p> <p>RESPONSABLE:</p> <p>1. Operario de mantenimiento y jefe de grupo de mantenimiento 2. Monitor de calidad.</p>	<p>Hoja de registros de puntos críticos de control del proceso del deshuese R.PCCd.004. R.PCCd.008. R.PCCd.00.1 R.PCCd.00.2</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), se llevará a cabo por el Oficial Responsable del establecimiento quien será el responsable de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada punto crítico de control (PCC). La verificación del Supervisor de control de calidad se realizará semanalmente. Los registros de los PCC se deben revisar dentro del día de producción o a más tardar al día siguiente de su procesamiento, por lo supervisores, para ver si están completos y para asegurarse que los factores críticos se han cumplido. La verificación de la coordinadora de HACCP se realizará 1 vez al mes Para la verificación se utilizarán los formatos de verificación RV.D01 al 05. Se tomará una muestra para realizar análisis microbiológicos 1 vez al mes. El responsable será el monitor de calidad.</p>	<p>PROBLEMA (LÍMITE CRÍTICO SOBREPASADO):</p> <p>1. Que la temperatura se encuentre por encima del límite permitido por más de dos horas.</p> <p>DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO:</p> <p>2. Retener el producto hasta su revisión.</p> <p>PROCEDIMIENTO: (Pasos)</p> <p>1. Revisar que las puertas de las cámaras se encuentren cerradas. 2. Revisar que todos los ventiladores se encuentren trabajando y que el equipo no esté bloqueado. Si el equipo está bloqueado se programará un deshielo este proceso toma entre 30 minutos y 1 hora. Si los ventiladores no sirven se deberán cambiar o reparar. 3. Revise la carga de la cámara y que los ventiladores no se encuentren tapados por producto. 4. Revise la presión de los compresores; esta debe mantenerse de acuerdo a los registros (entre 20 y 40 psi de succión y 180 psi de descarga) y haga los ajustes necesarios. 5. Después de esta revisión en una hora debería de bajar la temperatura. 6. Si la temperatura no se puede corregir traslade el producto a una cámara adecuada que tenga la temperatura requerida.</p> <p>RESPONSABLE DE TOMAR LA ACCIÓN CORRECTIVA:</p> <p>1. Jefe de grupo de mantenimiento y/o Gerente de Planta Palín. Revise la temperatura cada hora hasta que se encuentre en control.</p>

Continuación Anexo 3.

# PCC y PASO DEL PROCESO	Limites Críticos	Procedimientos de Monitoreo y Frecuencia	Registros HACCP	Procedimientos y Frecuencia de Verificación	Acciones Correctivas
PCC 3B Congelado. (DO8)	<p>La temperatura de la cámara de refrigeración debe estar a una temperatura máxima de -10°C.</p> <p>Medida preventiva: Mantenimiento de la temperatura adecuada. Mantenimiento preventivo del equipo. Capacitación al personal en el procedimiento de manejo de la carne.</p> <p>Fuente:Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Planta Palín.</p>	<p>TIPO DE MONITOREO</p> <p>1. Llevar un control de la temperatura de la cámara. 2.Revisión de la temperatura de la cámara por control de calidad.</p> <p>FRECUENCIA:</p> <p>1.cada 3 horas. 2. 2 veces al día</p> <p>PROCEDIMIENTO</p> <p>1.Revisar la temperatura del termómetro de la cámara. 2.Con un termómetro portátil revisar la temperatura de la cámara y comprobar que coincide con la que indica el termómetro de la cámara.</p> <p>RESPONSABLE:</p> <p>1.Operario de mantenimiento y jefe de grupo de mantenimiento 2. Monitor de calidad.</p>	<p>Hoja de registros de puntos críticos de control del proceso del deshuese</p> <p>R.PCCd.003 R.PCCd.004 R.PCCd.005</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), se llevará a cabo por el Oficial Responsable del establecimiento quien será el responsable de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada punto crítico de control (PCC). La verificación del Supervisor de control de calidad se realizará semanalmente. Los registros de los PCC se deben revisar dentro del día de producción o a más tardar al día siguiente de su procesamiento, por lo supervisores, para ver si están completos y para asegurarse que los factores críticos se han cumplido. La verificación de la coordinadora de HACCP se realizará 1 vez al mes Para la verificación se utilizarán los formatos de verificación RV.D01 al 05. Se tomará una muestra para realizar análisis microbiológicos 1 vez al mes. El responsable será el monitor de calidad.</p>	<p>Problema (límite crítico sobrepasado):</p> <p>1. Que la temperatura se encuentre por encima del límite permitido por más de dos horas.</p> <p>Disposición del producto:</p> <p>2. Retener el producto hasta su revisión.</p> <p>Procedimiento: (Pasos)</p> <p>1. Revisar que las puertas de las cámaras se encuentren cerradas. 2. Revisar que todos los ventiladores se encuentren trabajando y que el equipo no esté bloqueado. Si el equipo está bloqueado programe un deshiele este proceso toma entre 30 minutos y 1 hora. Si los ventiladores no sirven cámbielos. 3. Revise la carga de la cámara y que los ventiladores no se encuentren tapados por producto. 4. Revise la presión de los compresores; esta debe mantenerse de acuerdo a los registros (entre 20 y 40 psi de succión y 180 psi de descarga) y haga los ajustes necesarios. 5. Después de esta revisión en una hora debería de bajar la temperatura. 6. Si la temperatura no se puede corregir traslade el producto a una cámara adecuada que tenga la temperatura requerida.</p> <p>Responsable De Tomar La Acción Correctiva:</p> <p>1. Jefe de grupo de mantenimiento y/o Gerente de Planta Palín. Revise la temperatura cada hora hasta que se encuentre en control.</p>

Anexo 4a. Descripción del Producto del Deshuese en Palín, Escuintla.

DESCRIPCIÓN :	Piezas de carne de cerdo con o sin hueso.
USO Y CONSUMIDORES	Se comercializa en piezas de carne de cerdo las cuales se distribuyen en mercados, supermercados y procesadores de carne de cerdo.
EMPAQUE	Empaque primario: bolsa de polietileno, bolsa con barrera de oxígeno y bandejas y cortes con graping film. Empaque secundario: canasta plástica.
TIEMPO DE VIDA	Carne Congelada: 6 meses a una temperatura no mayor de -18°C. En refrigeración: 8 días a una temperatura no mayor de -18°C. En refrigeración empacada al vacío o con graping film: 5 días. Congeladas: 6 meses.
DISTRIBUCIÓN	Distribuidora de carne.
METODO DE DISTRIBUCIÓN	Transporte aprobado para cárnicos.
INSTRUCCIONES DE LA ETIQUETA	Nombre del producto. Peso en libras. Fecha de producción. La marca. Instrucciones: manténgase refrigerado o congelado.

Ingredientes y Materia Prima

EMPAQUE	Empaque primario: bolsa de polietileno, bolsa con barrera de oxígeno y bandejas con atmósfera modificada. Empaque secundario: canasta plástica.
---------	---

Anexo 4b. Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control del Deshuese en Palín, Escuintla.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Pesado de la canal fría. (DO1)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Pueden venir en la superficie de la canal del proceso de matanza.	Se cuenta con un sistema HACCP en el proceso de matanza. Además es un PCC. Se cumple con el estándar de calidad de USDA.	
	Químico	No			
	Físico Agujas hipodérmicas	Si	Pueden traer agujas quebradas en el cuello del animal.	Se solicita una certificación de la granja. No ha habido evidencia de ocurrencia en el pasado.	
Despiece de la canal. (DO2)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber contaminación cruzada a través del cuchillo o la sierra, o por error del operario.	Desinfección de cuchillos y Buenas prácticas de manufactura (BPM), capacitación y procedimientos de operación.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Descuerado de piezas. (DO3)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber contaminación cruzada a través del cuchillo.	Desinfección de cuchillos y Buenas Prácticas de Manufactura.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			

Continuación Anexo 4b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Deshuese de piezas. (DO4)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber contaminación cruzada a través del cuchillo.	Desinfección de cuchillos y Buenas prácticas de manufactura (BPM), capacitación y procedimientos de operación.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Limpieza de la carne. (IO1)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber contaminación cruzada a través del cuchillo.	Desinfección de cuchillos y buenas prácticas de manufactura.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Selección de la carne. (DO5)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico Restos de hueso o metal de cuchillos	Si	Pueden quedarse huesos por una mala selección o un mal procedimiento de limpieza.	Buenas prácticas de manufactura, capacitación, control de equipo de trabajo y revisión de carne.	PCC 1F
Pesado de carne (DO6)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber contaminación cruzada a través del cuchillo.	Desinfección de cuchillos y buenas prácticas de manufactura.	PC
	Químico	No			
	Físico	Si	Durante el procedimiento existe la posibilidad de que caigan cuchillos tarjetas, hilos.	Buenas prácticas de manufactura, capacitación y control de equipo de trabajo.	PC

Continuación Anexo 4b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Empaque al vacío (DO10)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Una perdida en el control de tiempo y temperatura pueden promover el crecimiento de microorganismos.	Mantener un control adecuado de la temperatura, y seguir procedimientos de deshuese. Mantenimiento preventivo.	PC
	Químico	No			
	Físico Material extraño.	No	No ha habido evidencia de ocurrencia en el pasado según los registros. Existe una carta de garantía del proveedor de empaque.		
Refrigerado (DO9)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Una perdida en el control de tiempo y temperatura pueden promover el crecimiento de microorganismos.	Mantener el producto a la temperatura adecuada para evitar el crecimiento microbiano. Seguir procedimientos del deshuese. Mantenimiento preventivo.	PCC 2B
	Químico	No			
	Físico	No			
Congelado (DO8)	Biológico <i>Salmonella sp.</i> <i>E.coli</i>	Si	Puede haber crecimiento de microorganismos patógenos si la temperatura se encuentra fuera del límite para detener el crecimiento.	Mantener el producto a la temperatura adecuada para evitar el crecimiento microbiano. Mantenimiento preventivo.	PCC 3B
	Químico	No			
	Físico	No			

Anexo 1.

Plan HACCP del Rastro Palín, Escuintla.

PROCESO: Faenado de cerdos. PRODUCTO: Canal de cerdo. NOMBRE COMUN: Cerdo a Termino. Elaborado por: Astrid García-Salas. Fecha: Versión:1

# DE PCC Y PASO DEL PROCESO	LIMITES CRÍTICOS	PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO FRECUENCIA Y RESPONSABLE	REGISTROS HACCP	PROCEDIMIENTOS Y FRECUENCIA DE VERIFICACION	ACCIONES CORRECTIVAS
PCC 1B Lavado (O9)	ppm de cloro en el agua para lavado de cerdo >1 y <5 ppm. Tiempo de permanencia en ducha (agua): 1 minuto.	Revisión de ppm de cloro en agua. Utilizar el test de cloro microquant (Merck) 3 veces al día (7,11 AM y 2PM) por el monitor de control de calidad. Medir el tiempo de permanencia de la canal en el agua bajo las duchas de un minuto y observar que no lleve presencia de heces fecales. Cada hora. El responsable será el jefe o subjefe de grupo del rastro. Medir con un cronómetro el tiempo establecido en el límite crítico. Observación visual del procedimiento y de la canal dos veces al día el responsable será el monitor de control de calidad.	Hoja de control de cloración de agua Planta Palín. R.M.C.V.03.5 Hoja de registros de puntos críticos de control del rastro PCC1B R.PCCr.001 Hojas de verificación RV.PP.R.001 a 005	La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), por los responsables de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada PCC. Está verificación se llevará a cabo por el oficial responsable del establecimiento semanalmente. La supervisor de calidad hará una verificación semanal del plan. La verificación del coordinador HACCP se realizará cada mes. Para la verificación se utilizaran los formatos de verificación, pre- envío, procedimientos, de archivos de PCC y de documentos.	Problema: 1. Si el cloro se encuentra por debajo de los límites. 2. Si el cloro se encuentra por arriba de los límites. 3. la canal que estuvo menos de 1 minuto en el lavado. 4. la canal tiene presencia de heces fecales o materia extraña. Disposición del producto: 1. retener Procedimiento: (pasos) 1. Todas las canales que se hayan procesado durante el tiempo que estuvo fuera del límite se deben de desinfectar con 10ppm de dióxido de cloro. 1. Regresar la canal después de corregir límite y repetir el procedimiento de lavado. 2. Si la canal estuvo menos de 1 minuto en el lavado, o tiene presencia de heces fecales o materia extraña, regresar y repetir el proceso. Marcar la canal para revisar la desinfección. Responsable de tomar la acción correctiva: 1 y 2. El Médico Veterinario 3 y 4. Operario de eviscerado, monitor de control de calidad y/o jefe de grupo. Revisar la prueba de nuevo para asegurar la calidad: 1 y2. Ajuste las ppm del Cl y revise las ppm con el test de cloro. 3y 4. Observación visual.

Continuación del Anexo 1.

# DE PCC Y PASO DEL PROCESO	LIMITES CRÍTICOS	PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO FRECUENCIA Y RESPONSABLE	REGISTROS HACCP	PROCEDIMIENTOS Y FRECUENCIA DE VERIFICACION	ACCIONES CORRECTIVAS
<p>PCC 2FB Lavado final de la canal (M4)</p>	<p>ppm de cloro en el agua para lavado de cerdo: >a 1 y <5 ppm.</p> <p>Revisar que la canal quede limpia sin presencia de heces fecales o partículas de hueso.</p>	<p>Revisión de ppm de cloro en agua. Utilizar el test de cloro microquant (Merck) 3 veces al día (7,11 AM y 2PM) por el monitor de control de calidad.</p> <p>Observación visual del procedimiento de lavado tomando en cuenta que este sea el adecuado y que no lleve presencia de heces fecales o partículas de hueso en el registro se debe indicar si el lavado es bueno o malo. También se revisará el funcionamiento de los aspersores.</p> <p>Este procedimiento se llevará a cabo cada hora. El responsable será el jefe o el subjefe de grupo del rastro. El monitor de calidad realizará el mismo procedimiento 2 veces al día.</p>	<p>Hoja de control de cloración de agua Planta Palín. R.M.C.V.03.5</p> <p>Hoja de registros de puntos críticos de control del rastro PCC2B R.PCCr.001.</p> <p>Hojas de verificación RV.PP.R.001 a 005.</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), por los responsables de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada PCC. Esta verificación se llevará a cabo por el oficial responsable del establecimiento semanalmente. La supervisor de calidad hará una verificación semanal del plan. La verificación del coordinador HACCP se realizará cada mes. Para la verificación se utilizaran los formatos de verificación, pre-envío, procedimientos, de archivos de PCC y de documentos.</p>	<p>Problema (límite crítico sobrepasado):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Si el cloro se encuentra por debajo de los límites. 2.Si el cloro se encuentra por arriba de los límites. 3.Canal con presencia de heces fecales o materia extraña. <p>Disposición del producto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Retener <p>Procedimiento: (pasos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Todas las canales que se hayan procesado fuera del límite se deben de desinfectar con 10ppm de dióxido de cloro. 2.Regresar la canal y repetir el procedimiento de lavado. 3.Si la canal tiene presencia de heces fecales o materia extraña, regresar y repetir el proceso. <p>Responsable de tomar la acción correctiva:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 y 2. El médico veterinario 3.Operario de eviscerado, monitor de control de calidad y/o jefe de grupo. <p>Revisar la prueba de nuevo para asegurar la calidad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 y2. Ajuste las ppm del cl y revisar las ppm con el test de cloro. 3. Observación visual.

Continuación del Anexo 1.

# DE PCC Y PASO DEL PROCESO	LIMITES CRÍTICOS	PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO FRECUENCIA Y RESPONSABLE	REGISTROS HACCP	PROCEDIMIENTOS Y FRECUENCIA DE VERIFICACION	ACCIONES CORRECTIVAS
PCC 3 QB Desinfección de canales (O15)	10 ppm de Biclor20 dióxido de cloro.	Revisión de ppm de dióxido de cloro en solución desinfectante. Por el método colorimétrico. Esto se hará una vez por semana el responsable será el monitor de calidad. Se deberá observar que la desinfección se haga siguiendo los procedimientos del rastro. Y para determinar las ppm se utilizará el test de determinación de ppm de dióxido de cloro de biclor20 Dresen.	<p>Hoja de Registros de PCC del Rastro PCC3QB R.PCCr.002.</p> <p>Hojas de verificación RV.PP.R.001 a 005.</p> <p>Los límites microbiológicos serán los de la USDA para canales de porcinos que indican lo siguiente: Límite de aceptación para <i>E. coli</i>: 10 UFC/cm² - 10,000 UFC/cm² Límite de aceptación para <i>Salmonella sp</i>: 8.7% de positivos. Se utilizaran en la verificación.</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), por los responsables de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada PCC. Esta verificación se llevará a cabo por el oficial responsable del establecimiento semanalmente. La supervisor de calidad hará una verificación semanal del plan. La verificación del coordinador HACCP se realizará cada mes.</p> <p>Para la verificación se utilizaran los formatos de verificación, pre-envío, procedimientos, de archivos de PCC y de documentos.</p> <p>La microbiología de superficies de canales se realizará en un cerdo una vez por semana. Para lo cual se deberá seguir el procedimiento de laboratorio de muestreo de superficies de canales.</p>	<p>Problema (límite crítico sobrepasado):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si las ppm de dióxido de cloro se encuentran fuera del límite. 2. Si el procedimiento de desinfección es malo. <p>Disposición del producto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retener <p>Procedimiento: (pasos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las canales que se encuentren abajo del límite se deben de desinfectar de nuevo, si está por encima del límite lavar con agua y ajustar las ppm indicadas. 2. Regresar la canal y repetir el procedimiento de desinfección. 3. si las ppm del desinfectante están por encima del límite se repetirá el proceso de lavado final de la canal. <p>Responsable de tomar la acción correctiva:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 y 2. El médico veterinario, monitor de calidad y/o jefe de grupo. <p>Revisar la prueba de nuevo para asegurar la calidad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 y 2. Revisar las ppm con el test de cloro y observar visualmente el procedimiento.

Continuación del Anexo 1.

# DE PCC Y PASO DEL PROCESO	LIMITES CRÍTICOS	PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO FRECUENCIA Y RESPONSABLE	REGISTROS HACCP	PROCEDIMIENTOS Y FRECUENCIA DE VERIFICACION	ACCIONES CORRECTIVAS
PCC 4B Enfriado de canales (O16)	La temperatura de la canal no podrá excederse más de 5°C en la pierna de la canal de cerdo después de 15 horas de enfriado.	<p>Medir la temperatura de la carne en la pierna de la canal con un termómetro portátil esto se realizará 1 vez al día en 15 animales, los resultados se anotarán en la hoja de registros. El termómetro deberá estar calibrado por control de calidad. El responsable será el monitor de calidad.</p> <p>Determinar la temperatura de la cámara de enfriado de canales cada 3 horas lo cual se puede hacer revisando el termómetro de la cámara o con un termómetro portátil para verificar los datos obtenidos. El responsable de este procedimiento será el operario de mantenimiento.</p> <p>El monitor de calidad determinará la temperatura de la cámara con un termómetro portátil 2 veces al día.</p>	<p>Hoja de Registros de PCC del Rastro PCC4B Cámara de canales R.PCCr.003</p> <p>Hoja de control de temperatura de canales para deshuese R.PCC.r.004</p>	<p>La verificación de los puntos críticos de control se realizará sobre la marcha (a diario), por los responsables de tomar las acciones correctivas correspondientes de cada PCC. Está verificación se llevará a cabo por el oficial responsable del establecimiento semanalmente. La supervisor de calidad hará una verificación semanal del plan. La verificación del coordinador HACCP se realizará cada mes.</p> <p>Para la verificación se utilizaran los formatos de verificación, pre- envío, procedimientos, de archivos de PCC y de documentos.</p>	<p>Problema (límite crítico sobrepasado):</p> <ol style="list-style-type: none"> Si la temperatura de la carne se encuentra fuera del límite. Si la temperatura de la cámara se encuentra fuera del límite. <p>Disposición del producto:</p> <ol style="list-style-type: none"> Retener <p>Procedimiento: (pasos)</p> <ol style="list-style-type: none"> Revisar la temperatura de la cámara y los registros para saber si es por alguna desviación en la temperatura de la cámara. Si la temperatura de la cámara se encuentra bien dejar más tiempo hasta que alcance el límite. Avisar a mantenimiento para que revise el equipo de refrigeración y corrija el problema. Revisar que las puertas de las cámaras se encuentren cerradas. Revisar que todos los ventiladores se encuentren trabajando y que el equipo no esté bloqueado. Si el equipo está bloqueado se programará un deshiele este proceso toma entre 30 minutos y 1 hora. Si los ventiladores no sirven se deberán cambiar o reparar. Revisar la carga de la cámara y que los ventiladores no se encuentren tapados por producto. Revisar la presión de los compresores; esta debe mantenerse de acuerdo a los registros (entre 20 y 40 psi de succión y 180 psi de descarga) y haga los ajustes necesarios. Después de esta revisión en una hora debería de bajar la temperatura. Si la temperatura no se puede corregir traslade el producto a una cámara adecuada que tenga la temperatura requerida. <p>Responsable de tomar la acción correctiva:</p> <p>1 y 2. El médico veterinario, monitor de calidad y/o jefe de grupo. Jefe de mantenimiento.</p> <p>Revisar la prueba de nuevo para asegurar la calidad:</p> <p>1 y 2. Revisar las temperaturas y verificarlas de nuevo.</p>

Anexo 2a. Descripción del Producto del Rastro en Palín, Escuintla.

DESCRIPCIÓN :	<p>Canales de cerdo con o sin cabeza, divididas o no a la mitad con cabeza.</p> <p>Vísceras rojas: corazón, hígado, riñón.</p> <p>Vísceras verdes: estómago e intestino delgado.</p>
USO Y CONSUMIDORES	<p>Se comercializa en canal para su posterior transformación en piezas de carne de cerdo y vísceras frescas las cuales se distribuyen en mercados, supermercados y procesadores de carne de cerdo.</p>
EMPAQUE	<p>Las canales: no llevan empaque</p> <p>Las vísceras: bolsas y canastas plásticas.</p>
TIEMPO DE VIDA	<p>Canales en refrigeración: 8 días.</p> <p>Canales Congeladas: 3-6 meses.</p> <p>Vísceras en refrigeración: 2 días a una temperatura que no exceda de 4°C.</p> <p>Vísceras congeladas: 3 meses a una temperatura menor a -18°C</p>
DISTRIBUCIÓN	<p>Distribuidora de carne.</p> <p>Planta de Deshuese.</p>
METODO DE DISTRIBUCIÓN	<p>Transporte aprobado para cárnicos.</p>
INSTRUCCIONES DE LA ETIQUETA	<p>No lleva, solo las vísceras llevan la fecha de producción.</p>

Ingredientes y Materia Prima

EMPAQUE	<p>Las canales: no llevan empaque</p> <p>Las vísceras: bolsa de polietileno y canasta plástica.</p>
---------	---

Anexo 2b. Análisis de Riesgos e Identificación de los Puntos Críticos de Control del Rastro en Palín, Escuintla.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Recepción y pesado de cerdo vivo (M1)	Biológico	Si	Existe contaminación microbiológica debido a que el cerdo viene sucio desde la granja o puede traer alguna enfermedad.	Se da un baño a los cerdos en corrales y se solicita una certificación de la granja.	PC
	Químico	No			
	Físico	Si	Pueden traer agujas quebradas en el cuello del animal	Se solicita una certificación de la granja. No ha habido evidencia de ocurrencia en el pasado.	
Descanso e inspección de cerdos (M2)	Biológico	Si	Contaminación con heces	Lavado de los animales antes del ingreso previo al sacrificio	
	Químico	No			
	Físico	No			
Ingreso de cerdo a la playa de matanza (O1)	Biológico	Si	Contaminación con heces	Lavado de los animales antes del ingreso previo al sacrificio	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Aturdido (O2)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			

Continuación del Anexo 2b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Desangrado (O3)	Biológico	Si	Contaminación cruzada proveniente del cuchillo de degollado. Contaminación del cerdo a través de las botas con el piso.	Uso de un esterilizador con desinfectante. Uso de lavador de botas y pediluvio con desinfectante.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Escaldado (O4)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Depilado en máquina (O5)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Rasurado en mesa (O6)	Biológico	Si	Hay contaminación cruzada debido a que se utilizan los mismos cuchillos para el pelado de los animales	Uso de un esterilizador con desinfectante. Lavado posterior con agua clorada de los canales; y lavado desinfección frecuente de los cuchillos y buenas prácticas de manufactura (BPM).	PC
	Químico	No			
	Físico	No			

Continuación del Anexo 2b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Flameado (O7)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Rasurado de canal (O8)	Biológico	Si	Se utilizan los mismos cuchillos para el rasurado de los animales.	Uso de un esterilizador con desinfectante. BPM Lavado posterior con agua clorada de los canales; y lavado-desinfección frecuente de los cuchillos.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Lavado (O9)	Biológico	Si	Hay una contaminación significativa debido a la cantidad de microorganismos que trae la canal de los pasos previos.	Se hace un lavado de la canal para disminuir la contaminación.	PCC1B
	Químico	No			
	Físico	No			
Eviscerado (Vísceras Verdes) (O10)	Biológico	Si	Contaminación por error del personal durante la operación, puede perforar alguna víscera.	Procedimientos de operación estándar de eviscerado. Capacitación y BPM.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			

Continuación del Anexo 2b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Eviscerado (Vísceras Rojas) (O11)	Biológico	Si	Contaminación con órganos infectados.	Procedimientos de operación estándar de eviscerado. Capacitación y BPM.	PC
	Químico	No			
	Físico	No			
Inspección, lavado y selección de Vísceras (OI01)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Inspección, de canales (M3)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Partido de la canal (O12)	Biológico	Si	Contaminación cruzada de la sierra circular	Desinfección de la sierra entre corte y corte	PC
	Químico	No			
	Físico	Si	Partículas de hueso	Lavado posterior de la canal	
Lavado final de la canal (M4)	Biológico	Si	Hay una contaminación significativa debido a la cantidad de microorganismos que trae la canal.	Se hace un lavado de la canal para disminuir la contaminación.	PCC 2FB
	Químico	No			

Continuación del Anexo 2b.

PASO DEL PROCESO	TIPO DE RIESGO	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	BASE	SI LA RESPUESTA DE LA COLUMNA 3 ES SI, QUE MEDIDAS SE APLICARAN PARA PREVENIR, ELIMINAR, O REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL ACEPTABLE?	PUNTO CRITICO DE CONTROL
Lavado final de la canal (M4)	Físico	Si	Pueden quedar partículas de hueso, heces o pelo.	Se hace un lavado de la canal para disminuir la contaminación.	PCC 2FB
Evaluación de canales (O14)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Desinfección de canales (O15)	Biológico	Si	Puede que no haya disminución en la carga bacteriana si no se utiliza la dosificación adecuada.	Utilizar las ppm necesarias para disminuir el recuento bacteriano.	PCC 3QB
	Químico	Si	Puede darse contaminación por una mala dosificación de desinfectante.	Utilizar las ppm necesarias para evitar una contaminación química.	
	Físico	Si			
Traslado a cámara de canales (O13)	Biológico	No			
	Químico	No			
	Físico	No			
Enfriado de canales en cámara fría (O16)	Biológico	Si	Hay un crecimiento microbiano significativo si no se mantiene la canal a una temperatura adecuada.	Mantener una temperatura adecuada para detener el crecimiento microbiano.	PCC 4B
	Químico	No			
	Físico	No			

I. INTRODUCCIÓN

Para ofrecer un producto cárnico que sea competitivo en calidad y costos ante otros similares nacionales o extranjeros, se debe cuidar que en todos los puntos del proceso de producción y procesamiento se minimicen los problemas que afecten su calidad. Para cumplir con lo expresado es de vital importancia la utilización de materia prima de la mejor calidad, optimando el uso de los recursos económicos a través de no escatimar esfuerzo en la implementación de un sistema excelente de control y la capacitación del recurso humano que intervenga en el mismo.

Actualmente, en la industria cárnica de Guatemala, las condiciones de higiene en las cuales se realiza el sacrificio, destace y elaboración de productos cárnicos generalmente son deficientes, lo que se acentúa por el desconocimiento de las normas sanitarias. Además, se cuenta con personal poco calificado que trae como consecuencia la contaminación de la carne por malas prácticas de manufactura, tales como: mala higiene del personal, de las instalaciones, equipo y maquinaria, el uso de agua no potable durante la matanza, la falta de control de la salud de los animales durante su desarrollo y antes de la matanza, etc.

Al disponer de animales saludables, bien alimentados y con buen manejo previo al transporte, durante este y antes del sacrificio se pueden reducir los riesgos químicos, físicos y microbiológicos involucrados en lo antes mencionado, pero particularmente se debe tomar en cuenta que el proceso de matanza y deshuese debe llevarse a cabo de manera adecuada; éste debe ser técnicamente bien hecho y acompañado de las medidas higiénicas necesarias. De aquí surge la necesidad de que todos los rastros implementen sistemas de control de calidad y si ya cuentan con éste, se debe actualizar y mejorar para asegurar así la inocuidad de la carne.

Las buenas prácticas de manufactura son la base para establecer un sistema de control de calidad tradicional. Sin embargo, en la actualidad se dispone del sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP)¹ que es un sistema integral y especializado de aseguramiento de calidad, que tiene como base las buenas prácticas de manufactura en donde todo el personal desde

¹ Hazard Analisis Critical Control Point traducido al español Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control.

la alta gerencia hasta los operarios que se encuentran en contacto directo con la carne, se comprometen a desarrollarlo (Velasco, 1996). El HACCP ofrece ciertas ventajas sobre el sistema tradicional de control de calidad, ya que por medio de éste se asegura que los productos estén libres de todo riesgo para la salud del consumidor. Este sistema se aplica sobre todo en la industria alimentaria y puede aplicarse a lo largo de la cadena, desde el productor primario a nivel de finca hasta el consumidor final. Con este sistema también se logra hacer un mejor uso de los recursos y ofrece una respuesta más inmediata a los problemas que se vayan presentando. Por otra parte, la aplicación del sistema HACCP puede facilitar el trabajo de los inspectores de las autoridades reguladoras y fomentar el comercio internacional al aumentar la confianza en la calidad del producto final. En Estados Unidos de Norte América este sistema es obligatorio a partir del año 2000, siendo parte de las regulaciones para la industria de alimentos.

Al establecer sistemas de aseguramiento de calidad más eficientes, se obtendrán beneficios como:

1. El aumento en el tiempo de vida de anaquel de la carne y de los productos que se elaboren con la misma.
2. Asegura también la producción de un alimento más higiénico para el consumo de la población en general.
3. La disminución de reclamos y quejas del consumidor.
4. Los beneficios obtenidos por la salud pública serán mayores, gracias a la reducción de los costos de enfermedades producidas por los alimentos.
5. Mejora el uso de los recursos de la empresa al reducir costos.

II. HIPÓTESIS

La calidad de la carne en canal y deshuesada proveniente de un rastro porcino en Escuintla es la misma independientemente del método de control de calidad que se utilice, eso en términos de contaminación microbiológica (recuento total de bacterias aerobias, *Escherichia coli*, *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus*), apariencia de la canal (libre de contaminación física y química) y calidad de la carne (color de la carne y pH).

III. OBJETIVOS

3.1. *General*

Aportar información y evidencia que apoye la implementación del sistema HACCP.

3.2. *Específicos*

- Comparar el sistema tradicional de control de calidad con respecto a un plan HACCP y su influencia en la calidad de la carne en términos de contaminación microbiológica (recuento total de bacterias aerobias, *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y *Staphylococcus aureus*), apariencia de la canal (libre de contaminación física y química) y calidad de la carne (color, marmoreo, textura de la carne y potencial de iones hidrógeno pH).
- Evaluar los beneficios de aplicar un plan HACCP en el control de calidad de la carne proveniente de un rastro y deshuese de ganado porcino.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. *Calidad de la carne*

Hoffman (1973) definió la calidad de la carne como la suma de todas las propiedades sensoriales, nutritivas, higiénicas y toxicológicas y tecnológicas de la carne, características que son importantes para la salud humana y para el procesamiento industrial.

De manera concluyente el aseguramiento de calidad del producto final carne o de los productos cárnicos se inicia con el animal vivo. La raza, la edad, el sexo, la cría y el manejo; la alimentación y el transporte son factores que pueden afectar la calidad (Honikel, 1994). Según el Simposium de proceso y control de productos cárnicos (1990) esta calidad depende también del proceso al que es sometido el animal para su industrialización y expendio, el cual comienza con el faenado o beneficio.

Las propiedades tecnológicas de la carne son las que determinan la aptitud de la carne para las preparaciones culinarias en el hogar, y para la transformación en productos cárnicos. Entre las cuales se pueden mencionar: el contenido y estado de las proteínas, la fijación de agua o retención de jugo, el contenido y estado de las grasas, el contenido de tejido conectivo, la estructura tisular, el potencial de iones hidrógeno (pH), el color de la carne y el contenido de determinados microorganismos (Hoffman, 1994).

Las propiedades higiénico toxicológicas de la carne son: cuando se refiere a los factores higiénicos, todos aquellos responsables del deterioro de la carne y de las condiciones que estimulan o inhiben el deterioro: como microorganismos, pH, actividad agua (A_w), sustancias de curado, potencial redox y la temperatura. En cuanto a lo toxicológico se pueden encontrar posibles residuos de hormonas, antibióticos debido a una mala técnica de aplicación o dosificación de los mismos; también se pueden encontrar metales pesados que pueden provenir del medio ambiente. No obstante, la carne es considerada como relativamente pobre en residuos (Leistener, 1991).

Las propiedades sensoriales son reconocidas con la ayuda de los sentidos de los cuales en la carne se acepta: el aspecto (marmoreo, forma, color), el olor, el sabor, la jugosidad y la ternura o dureza (Hoffmann, 1994).

Las propiedades nutritivas o factores fisiológico nutritivos. Son aquellos que contribuyen a la alimentación sana de la población como las proteínas, grasas, vitaminas, y minerales. Cabe mencionar aquí el alto valor biológico y la digestibilidad que caracterizan a las proteínas cárnicas.

Hoffman (1990) menciona que existen un gran número de factores que afectan la calidad de la carne los cuales se dividen en tres grupos: *Factores fisiológicos*: la edad, la especie, el sexo, el manejo, la alimentación, el transporte y la matanza de los animales. *Factores físicos*: la refrigeración, el tratamiento mecánico (masajeado), el picado, el procesamiento, el transporte y la electroestimulación. *Factores bioquímicos*: Post-mortem: modificaciones después de la matanza (degradación de adenosín trifosfato ATP), rigidez muscular, aflojamiento de la rigidez muscular, maduración, degradación proteica.

La calidad de la carne también debe determinarse en relación a su destino final. La canal aparte de su rendimiento carnicero y condiciones higiénicas, debe reunir ciertos requisitos de calidad en relación a la transformación industrial a la que se someterá (cantidad de colágeno, pH, capacidad de retención de agua (Aw), capacidad de liga, capacidad emulsificante, estabilidad del color, textura, madurez, etc).

4.2. Calidad de la canal

Generalmente cuando se menciona calidad de la canal se toman en cuenta factores como rendimiento, porcentaje de músculo y grasa, puesto que es lo que normalmente el mercado exige. Esta evaluación por la cantidad y no por la calidad ha originado que a través del mejoramiento genético se críen animales con mucha carne y poca grasa. Por tanto, son animales que presentan una mayor susceptibilidad al estrés y con mayores deficiencias en calidad ya que son carnes que frecuentemente aparecen con color pálido, suaves y exudativas (PSE); la carne con PSE posee

ciertas deficiencias de calidad para ciertas preparaciones y procesamientos industriales (Hoffmann, 1994).

Una canal de calidad se puede definir como la proveniente de animales sanos que ha sido producida bajo condiciones higiénicas y que se ha conservado fresca. Además no posee microorganismos patógenos y el contenido bacteriano superficial es reducido y sin contaminación física visible, como restos de hueso, pelo, restos de vísceras, etc. (Hoffmann, 1994).

4.3. Contaminación de la carne

La contaminación de la carne es la transmisión directa o indirecta de materias indeseables a la misma, la cual es muy difícil de evitar en los alimentos, en especial aquellos de origen animal durante su proceso de elaboración (Bryan, 1974).

Los tejidos de los animales sanos contienen pocos microorganismos a excepción de la superficie externa y de órganos internos que están en contacto con el exterior (sistemas digestivo y respiratorio) (Bryan, 1974). El control de estos agentes infectivos se pierde luego de la muerte del animal (Rosmini, 1994).

En la industria cárnica los microorganismos contaminantes de origen exógeno llegan a la carne durante el proceso de la faena por contacto con el pelo, piel, patas, contenido estomacal y entérico, instalaciones, equipos y utensilios, manos y ropas de los operarios y el agua utilizada para el lavado (Rosmini, 1994).

Los procesos de depilado, flameado y el posterior rasurado son importantes contaminantes e influyen en el contenido bacteriano superficial de las canales porcinas calientes; menor importancia posee, en cambio, por ejemplo, el contenido bacteriano del agua de escaldado. El estado higiénico de una canal porcina no solo está determinado por el contenido bacteriano superficial, el cual se presenta por el paso de la zona sucia de la matanza, sino también en la penetración de microorganismos a través de la herida de desangrado que también puede

contribuir en la contaminación microbiana de los tejidos más profundos como la de los órganos y la musculatura. En la zona limpia la cual se inicia después del lavado posterior al rasurado que es la zona en donde se efectúa el eviscerado y la división de canales, no se ve afectado mayormente el recuento bacteriano en la superficie de las canales si se trabaja higiénicamente (Troeger, 1995).

En la contaminación microbiana interna de las canales pueden influir las siguientes etapas del proceso de la matanza: estrés ante mortem, insensibilización, desangrado, el tiempo transcurrido entre la insensibilización y desangrado así como el escaldado y depilado (Troeger, 1995).

Entre las causas que favorecen el mantenimiento y desarrollo de estos gérmenes en la carne se pueden mencionar: el aporte de buena cantidad de sustrato de crecimiento (proteínas, carbohidratos, vitaminas, grasas, minerales, etc.), alto contenido de agua (65-75%), elevado valor de A_w (0.99), un pH óptimo (5.5-7) y los mecanismos bacterianos de adhesión (Butler, 1979).

En cuanto a la contaminación química, está se puede dar durante la matanza a través del material y equipo con restos de químicos como pesticidas, fungicidas, insecticidas, sanitizantes, desinfectantes, pinturas, grasas, etc. También puede darse una contaminación a través del animal por antibióticos, hormonas, fertilizantes, etc. En cuanto a la contaminación física se puede dar durante todo el proceso, la cual puede llegar a través del personal, instalaciones de la planta y operaciones de procesamiento (Vega, 1997).

4.4. Microbiología de la carne

El control microbiológico debe garantizar que en el manejo y/o procesamiento de alimentos no se de una contaminación de la carne con bacterias patógenas o no patógenas y que no se aumenten las cargas bacterianas, para garantizar la salud de quien los consume (Vega, 1997).

Las bacterias de mayor importancia en la industria cárnica son: *Escherichia coli* O157 H7, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter sp.*

Lysteria sp., *Clostridium perfringens* que en concentraciones altas pueden causar enfermedad en el hombre, por ser bacterias patógenas (Vega, 1997).

4.5. HACCP (*Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control*)

El HACCP es un sistema que tiene su origen en la década de 1960 con el programa espacial de los Estados Unidos para asegurar que los alimentos para los astronautas no tuvieran contaminaciones patógenas. Este sistema actualmente es reconocido como uno de los sistemas de aseguramiento de la calidad más efectivos para determinar la inocuidad de alimentos. También es utilizado, como parte de las regulaciones de los Estados Unidos para la industria de alimentos.

El HACCP corresponde a las siglas en inglés de la traducción al castellano de “Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control”, que es un sistema diseñado para minimizar o prevenir la posible ocurrencia de riesgos que puedan dañar la salud del consumidor. Incluye el desarrollo de acciones específicas para la prevención de estos posibles riesgos. (Velazco, 1997).

El HACCP es aplicable al manejo de la carne en los hogares, en los establecimientos de servicio de comidas y en cualquier tipo de planta de procesamiento de alimentos (Bauman, 1974). El subcomité en criterios microbiológicos para alimentos y para ingredientes de National Research Council's Committee on Food Protection (NRC, 1985) ha considerado al HACCP como un sistema efectivo y racional para el aseguramiento de seguridad y prevención de contaminación de los alimentos. El FSIS (servicios de inspección y seguridad de alimentos del departamento de Estados Unidos) ha incorporado el HACCP como parte del control de calidad; este sistema hace énfasis en aquellos aspectos de las operaciones que son críticos para garantizar la seguridad y prevención de la contaminación; por esto es un sistema que se relaciona más específicamente con los riesgos para la salud que con otros aspectos de calidad total (Kauffman, 1974).

El propósito de desarrollar y ejecutar planes de HACCP en las plantas de cárnicos es para mejorar continuamente la seguridad de los alimentos y prevenir que productos peligrosos lleguen al mercado. Además de ser importantes para el comercio internacional de alimentos, hay que

reconocer su valor inestimable en la prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos, aspectos que resultan importantes en países en desarrollo que cargan con el peso de éstas y con la limitación cada vez mayor de sus recursos para el control de la inocuidad de los alimentos. Estos planes son muy específicos y deben desarrollarse para cada producto y para cada planta procesadora; productos similares pueden tener planes HACCP similares, pero no idénticos. Las ventajas del HACCP son las siguientes: permite analizar e identificar problemas potenciales, es aplicable a cualquier proceso, es independiente de la complejidad de la planta (Bryan, 1994).

Los beneficios de HACCP se traducen por ejemplo para quien produce, elabora, comercia o transporta alimentos, en una reducción de reclamos, devoluciones, reprocesos, rechazos, y para la inspección oficial, en una necesidad de inspecciones menos frecuentes y de ahorro de recursos, y para el consumidor, en la posibilidad de disponer de un alimento inocuo. El HACCP apunta a prevenir los riesgos durante el procesamiento en aquellas etapas identificadas como puntos críticos de control, así que al ejercer control sobre estos, los problemas de inocuidad pueden ser detectados y corregidos antes de que el producto esté listo para su distribución o consumo (Velazco, 1997).

Salvage (1994) menciona que los siete principios del HACCP son:

1. Determinar los riesgos y peligros significativos que puedan ocurrir durante las etapas de procesamiento del alimento. Utilizando un diagrama de flujo del proceso detectar riesgos significativos y poder evaluarlos según su severidad.
2. Identificar los puntos críticos de control necesarios para controlar los riesgos y peligros identificados.
3. Definir e implementar los límites críticos que se deben alcanzar en cada punto crítico de control.
4. Establecer un sistema de monitoreo o procedimientos para vigilar cada punto crítico de control. Este procedimiento se utilizará si los resultados del monitoreo muestran que se requiere de un ajuste para mantener el control.
5. Establecer acciones correctivas o acciones a tomar cuando se identifique un error al vigilar los puntos críticos de control durante el monitoreo.

6. Establecer registros y procedimientos efectivos para documentar el plan HACCP que aseguren que la información esté disponible para tomar decisiones y para su verificación.
7. Contar con procedimientos a seguir para verificar que el sistema HACCP funcione apropiadamente.

A continuación se incluirán algunos de los términos utilizados en HACCP:

- *Riesgo*: cualquier propiedad biológica, química o física inaceptable que pueda causar daño o enfermedad al consumidor (Vega, 1997).
- *Punto crítico de control (PCC)*: son los lugares, prácticas, procedimientos o procesos en los que se puede ejercer un control sobre uno o más factores, que si están controlados podrían minimizar o prevenir los peligros o riesgos. Y con esto garantizar la seguridad del alimento, ya sea previniendo, eliminando o reduciendo el riesgo a un nivel aceptable (Moreno, *et al* 1992).
- *Límite crítico*: se utiliza para conocer si un PCC está dentro o fuera de control, de acuerdo a los parámetros establecidos de acuerdo a regulaciones, referencias bibliográficas, experimentos, etc. Este puede ser temperatura, humedad, tiempo, cloro disponible, acidez, concentración de sal, etc. (Morales, 1997).
- *Acción correctiva*: procedimiento a seguir cuando ocurre una desviación de un límite crítico (Morales, 1997).
- *Monitorear*: es llevar a cabo observaciones o mediciones periódicas para mantener un PCC dentro de los límites críticos, y así mantener registros precisos que se utilicen en la verificación (Morales, 1997).
- *Verificación*: revisión de los PCC para asegurar que están dentro de los límites establecidos (Morales, 1997).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

El estudio se realizó en una planta de matanza y deshuese de porcinos que se encuentra ubicada en Palín, Escuintla a 32.5 km. de la ciudad capital.

5.2. El proceso de matanza (Antes de implementar el plan HACCP)

El rastro trabajaba a un ritmo de 25 animales por hora. El proceso se iniciaba con la llegada de los cerdos en un camión de dos pisos diseñado para transportar 60 animales. Estos bajaban a través de una manga móvil o rampa, los cuales se conducían por un pasillo hacia una pesa. Se pesaban en grupos de 6 y se quedaban en corrales sombreados de 30 cerdos cada uno. Allí se les proporcionaba agua *ad libitum*, se les daba un descanso de acuerdo a su proveniencia siendo éste un mínimo de 4 horas y un máximo de 12 horas. Luego, los cerdos se conducían en grupos de tres hacia pasillos de espera que llevan a la playa de matanza, a donde se les llevaba de uno en uno; con una cubeta se les cubría la cara y el cerdo caminaba hacia atrás y entraba a la manga para la insensibilización con corriente eléctrica con un voltaje de 360 durante 7 segundos. Antes de lo cual se le bañaba completamente con una manguera, y se aplicaba la corriente eléctrica con unos electrodos que se colocaban en la parte posterior de las orejas del cerdo, mediante una pinza manual.

Los cerdos insensibilizados se desangraban, haciendo una herida con un cuchillo en la base del cuello a tres dedos del esternón, sosteniendo el miembro anterior izquierdo del animal para que la vena yugular resaltara rápidamente. Esta operación se hacía en el piso en una parrilla especial destinada para esto y después de 3-4 minutos eran elevados con un polipasto mediante una cadena atada a uno de los miembros posteriores del cerdo. De inmediato se procedía a escaldar al animal en una escaldadora a una temperatura de 60-65°C lo que facilitaba el depilado; éste se realizaba en una máquina depiladora en un tiempo promedio de 50 segundos. Inmediatamente el animal pasaba a una mesa donde con un cuchillo se le rasuraba el pelo residual y se extraía el oído medio y las pezuñas.

El cerdo se elevaba con un polipasto, para una segunda rasurada, pero preliminarmente la canal se flameaba para quitar el remanente de pelo. Inmediatamente se pasaba por unas regaderas donde se quitaba el pelo que quedaba suelto sobre la canal. Posterior a esto se hacía un corte alrededor del ano para iniciar el eviscerado. Las glándulas mamarias en las hembras o el aparato reproductor en el macho, se extraían en esta etapa del proceso, procedimiento que se llevaba a cabo cuidadosamente para evitar la contaminación de la carne. Al continuar con el eviscerado se separaban las vísceras rojas de las verdes y pasaban a otro cuarto, donde se limpiaban e inspeccionaban por un médico veterinario autorizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA).

Después se cortaban las canales con una sierra a lo largo de la columna vertebral y por último se lavaban con manguera por el mismo operario que las cortaba. Luego se llevaban a una cámara refrigerada para el enfriado y oreo de la canal, permitiendo así el inicio de la glucólisis post-mortem. Después de 24 horas máximo, las canales pasaban al deshuese, el cual se realizaba a una temperatura de 12 a 15°C, de donde se obtenían las distintas piezas y cortes. Estas se empacaban en canastas con bolsa plástica, se pesaban, fechaban y se almacenaban en la precámara a una temperatura de -10 a -12°C para el enfriado de la carne; en la noche se procedía a congelar la carne en una cámara de congelamiento rápido a una temperatura de -20 a -40°C y a la mañana siguiente se trasladaban a la cámara de almacenaje o mantenimiento de congelados que se mantenía entre -10 y -20°C. De acuerdo a las fechas de ingreso se daba la rotación a la carne congelada de tal manera que el primer producto en entrar era el primer producto en salir.

5.3. El control de calidad (Antes de implementar el plan HACCP)

- Se llevaba un control físico y sensorial de las materias primas. Entre éstas se encontraba la inspección veterinaria del cerdo, jabones, desengrasantes, desinfectantes y material de empaque.
- Control diario de temperaturas en las cámaras frías.

- Revisión diaria de la maquinaria y equipo previo a las operaciones de producción (preoperatorio), y del proceso de limpieza semanalmente; análisis mensual de las superficies a través de un muestreo microbiológico para verificar el proceso de limpieza.
- Control diario de cloro residual en el agua del proceso, tres veces por día.
- Tanto en el proceso de matanza como en el deshuese: se llevaba una hoja de control diario de buenas prácticas de manufactura.
- Control diario del proceso de matanza y deshuese.
- Control del uso de jabones y desinfectantes de manos y el de la limpieza, así como las concentraciones utilizadas.
- Registro de las devoluciones y rechazos de producto.
- Control microbiológico del agua, programado una vez por mes. Al igual que el de las superficies y manos del personal.
- Se llevaba control de plagas durante el año, una vez por mes.
- Programa de capacitación del personal en higiene personal, buenas prácticas de manufactura y sanitización.

5.4. Fases y descripción metodológica del estudio

En la primera etapa se integró el equipo HACCP; el cual estuvo conformado por el Gerente de Planta (Ingeniero en Alimentos), Supervisor de Producción (Médico Veterinario), Gerente de Aseguramiento de Calidad (Ingeniero en Alimentos) y la Coordinadora del Plan HACCP (Zootecnista). Este equipo se conformó con el propósito de implementar el sistema HACCP, por lo que se inició con el conocimiento e interpretación del flujo de matanza y deshuese utilizado. Luego se hizo un análisis de riesgos de cada uno de los pasos del proceso y se procedió a identificar los puntos críticos de control (PCC) para poderlos evaluar. También se estableció el compromiso de empezar a trabajar con el nuevo sistema durante la evaluación del proceso de matanza y deshuese; se discutió cada uno de los pasos del proceso, encontrándose algunas deficiencias que fueron corregidas, no solo en esta etapa sino a lo largo de la implementación del plan HACCP. De este análisis surgió además el diagrama de flujo del proceso, el cual se verificó en planta (Ver Figuras 1 y 2).

Posteriormente se hizo el plan HACCP escrito, en donde se describió el producto que se procesaba, el método de venta, la presentación y las condiciones de su distribución. Se procedió a aplicar los 7 principios del HACCP. Todo esto se llevó a cabo en sesiones de trabajo dos veces por semana, con una duración mínima de 2 horas cada una para poder llegar a un acuerdo de qué colocar en el Plan HACCP (Ver Anexos 1 y 2).

Simultáneamente en esta primera etapa se hizo un muestreo microbiológico de cada uno de los pasos del proceso de matanza. Estos resultados se tomaron como base para poder identificar los puntos críticos de control. También se utilizaron éstos para poder comparar la forma de trabajo antes de la implementación del HACCP y después de la implementación, con un muestreo que se hizo al final de la evaluación, cuando el sistema HACCP estaba implementado.

Los análisis microbiológicos de la superficie de la canal se tomaron sobre una misma canal desde su ingreso a la sala de matanza hasta su llegada a la cámara fría de canales. Los pasos del proceso evaluados fueron: desangrado, mesa de rasurado, lavado previo a eviscerar, eviscerado, lavado final y desinfección de canales antes del deshuese); el área muestreada fue de 16cm² en el abdomen y 16cm² en la pierna de la canal; las muestras fueron recolectadas con hisopos estériles y agua peptonada o Salmoncyst, durante el proceso de matanza. La muestra fue tomada en la misma área de forma homogénea y estándar para evitar errores de muestreo. El objetivo del muestreo era determinar las cargas microbianas y en qué punto del proceso se encontraba la mayor contaminación.

Estas muestras fueron trasladadas al laboratorio microbiológico para ser procesadas. En el laboratorio el procedimiento utilizado fue el siguiente:

a. Registro de muestra.

Al tomar la muestra en el área a evaluar se llenó la hoja de muestreo, en la cual se escribió el nombre de la superficie, el área de producción, la hora de toma de muestra, la fecha de muestreo, la fecha de análisis, la fecha de resultados, el responsable del muestreo y el análisis a realizar. Además se anotó el código de la muestra según el procedimiento de codificación de laboratorio.

b. Material y equipo utilizado para el análisis.

1. Pesa analítica, con 0.001gramos de precisión.
2. Papel encerado, aluminio y kraft.
3. Hisopos.
4. Cuadros con un área de 16 cm²
5. Agitadores magnéticos.
6. Balón con fondo plano.
7. Erlenmeyer.
8. Probeta.
9. Agua desmineralizada.
10. Estufa.
11. Autoclave.
12. Frascos Masón con rosca de 250ml.
13. Tubos de ensayo de 10ml.
14. Gradilla para tubos de 10ml.
15. Agua peptonada.
16. Plate Count Agar.
17. Chromocult.
18. Salmoncyst y suplemento.
19. Agar Rambach.
20. Api para confirmar *Salmonella spp.*
21. Cajas Petri 90X15 mm.
22. Pipetas de 5 y 1 ml.
23. Pipeteador.
24. Mechero.
25. Marcadores.
26. Tijeras.
27. Cinta testigo.
28. Guantes, pinzas y cuchillos estériles.
29. Desinfectantes.
30. Ollas.

31. Cronómetro.
32. Baño de maría.
33. Incubadora.
34. Contador de colonias.
35. Refrigeradora.
36. Calculadora.

c. Preparación de medios de cultivo.

1. Se utilizó la hoja de cálculos para medios de cultivo y agua peptonada en la cual se escribió la fecha, el medio preparado, el análisis que se realizaría, las diluciones utilizadas, cantidades preparadas y gramos pesados. También se revisó el instructivo del agar.
2. Se cortó un pedazo de papel encerado, se colocó en la pesa y se taró, luego se pesó la cantidad calculada del medio de cultivo utilizado.
3. Se midió la cantidad de agua utilizada para preparar el medio en una probeta de 250ml y se vertió en el recipiente adecuado.
4. Se mezcló hasta disolver completamente el polvo. Y se continuó con el procedimiento de preparación de cada uno de los medios de cultivo y caldos de enriquecimiento.

d. Procedimiento de siembra.

Vertido en placa (Pascual, 1989).

1. Se preparó y desinfectó el área de trabajo.
2. El material necesario para la siembra que se utilizó fue el siguiente: gradilla con tubos de ensayo con agua peptonada estéril (3 tubos de ensayo por muestra), cajas petri estériles (6 por muestra), pipetas estériles de 5 y 1 ml (6 por muestra), pipeteador, marcadores, muestra.
3. Se encendió el baño de maría con ½ hora de anticipación y se llevó a $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y, unos minutos antes de la siembra se colocaron los medios de cultivo a la misma temperatura dentro del baño de maría.
4. Se identificaron las cajas petri con el código que tenía la muestra previamente preparada y la dilución preparada con el medio de cultivo utilizado. Se colocaron en orden para evitar confusiones al verter el medio.

5. Se tomó el tubo de ensayo con la muestra y se homogenizó durante 30 segundos, se abrió y se flameó la boca del tubo de ensayo, para tomar la muestra con una pipeta. Luego se depositó 1 mililitro (ml) de la muestra en el interior de la caja petri. La pipeta se llevó hacia la caja y antes de depositar la muestra esta se colocó sobre la caja petri de tal manera que hubiera un ángulo de 45° en relación con el fondo de la placa y luego para depositar la muestra de manera exacta se puso la pipeta en posición vertical tocando con la punta una vez contra una parte seca del fondo de la placa.
 6. Se utilizaron tres cajas petri; una para recuento total de bacterias aerobias, una para Coliformes y *Escherichia coli* y otra para *Salmonella sp.* por muestra.
 7. Las diluciones se hicieron de la forma siguiente: colocando 1 ml del tubo dilución 1:10 (tubo muestra) en un tubo de ensayo con agua peptonada (9 ml), logrando así una dilución 1:100. Se homogenizó y se extrajo 1 ml de la dilución 1:100 y se colocó en otro tubo de ensayo con 9 ml de agua peptonada obteniendo una dilución 1:1000. Así sucesivamente, hasta llegar a la dilución 1:1,000,000.
 8. A cada placa se le agregó 15 ml del agar PCA o Chromocult a 45°C+/-1°C; se cubrió y se homogenizó la caja de petri, haciendo un movimiento suave vertical; luego horizontal y finalmente en círculos a la derecha y a la izquierda el mismo número de veces (8 veces) y se dejó solidificar. No se dejaron transcurrir más de 10 minutos entre la elaboración de las diluciones y la adición del agar.
 9. Se incubaron las placas solidificadas tapadas y colocadas de forma invertida a 35°C +/-1°C durante 24 a 48 horas; el Chromocult 24 y el PCA 48 horas.
- e. Conteo de colonias.
1. Se preparó el material necesario: contador de colonias, hoja de resultados microbiológicos, hojas blancas, marcadores, lapiceros, calculadora.
 2. Se contaron todas las colonias y se anotó el total y el factor de dilución de las placas en las que efectuó el conteo según el procedimiento de recuento de colonias.
 3. Si la caja presentaba un recuento muy elevado mayor de 250 UFC se utilizó el recuento por cuadro. En el que se contó 5 cuadros en cruz. Si la cantidad de colonias era menor de 10 por cm² se contaban las colonias en 12 cuadros; 6 en sentido horizontal y 6 en sentido perpendicular. Luego se hizo un promedio por cm²

y se multiplicó por la caja 90X15mm (58 cm²) y por la dilución; el resultado obtenido se dividió entre el área muestreada.

4. Cuando había más de 10 colonias por cm², se contaron las colonias en cuatro cuadros consecutivos. Luego se multiplicó el promedio de colonias por cm² por el factor de dilución y por la superficie de la placa y se dividió entre la superficie muestreada.
 5. Se anotaron los resultados del conteo en la hoja de resultados de muestreo para elaborar el informe de resultados microbiológicos de superficies.
 6. Si había presencia de *Salmonella spp.* se corrió la prueba de API.
- f. Análisis realizados.
1. Recuento total de bacterias aerobias.
 2. Coliformes totales.
 3. *Escherichia coli*
 4. *Salmonella spp.* (Para este análisis se utilizó Salmoncyst en lugar de agua peptonada ya que este es específico para esta bacteria). Luego se sembró en Agar Rambach y se confirmó con API.

También se recolectaron 5 muestras para evaluar la calidad de la carne deshuesada. Esto se hizo antes de implementar el sistema HACCP y después de implementado el mismo, a las cuales se les hizo un análisis microbiológico que incluyó recuento total de bacterias, recuento de coliformes, recuento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* y presencia o ausencia de *Salmonella spp.* Para estas muestras se utilizó la técnica para análisis de embutidos de vertido en placa (Pascual, 1989).

Para la siembra de las muestras de carne deshuesada se utilizó el mismo material, equipo y procedimiento de preparación de muestra de superficies de la canal, pero la siembra se realizó de la manera siguiente:

1. Se extrajo la muestra del refrigerador y se identificó con el código correspondiente.
2. Utilizando guantes se colocó la muestra en el campo estéril.
3. Se cortó un pedazo de papel kraft del campo estéril y se pesó.

4. Se tomaron 25 g de muestra.
5. Se procedió a agregar estos 25g de muestra al frasco Masson con 225 ml de agua peptonada o del caldo de enriquecimiento; se preparó así la dilución 1:10.
6. Se tomó el frasco Masson con la muestra y se homogenizó durante 30 segundos, se abrió y se flameó la boca del mismo, para tomar la muestra con una pipeta. Luego se depositó 1 mililitro (ml) de la muestra en el interior de la caja petri. La pipeta se llevó hacia la caja y antes de depositar la muestra está se colocó con la pipeta formando un ángulo de 45° en relación con el fondo de la placa. Para depositar la muestra de manera exacta se colocó la pipeta en posición vertical tocando con la punta una vez contra una parte seca del fondo de la placa.
7. Después se siguió el mismo procedimiento de siembra de superficies mencionado en el inciso d) del numeral 6 al 9, de igual forma todos los señalados en los incisos e) y f).

Para el análisis de la apariencia de la canal se marcaron al azar 10 canales de cerdo, las cuales fueron evaluadas visualmente para determinar su calidad antes de ser deshuesadas, se evaluó presencia y ausencia de material extraño sobre la canal; el material extraño incluía, presencia de pelo suelto, astillas o aserrín de huesos, heces, etc. También se evaluó el pH a los 45 minutos de sacrificado el cerdo y a las 24 horas en la canal; esto se hizo en una de las extremidades posteriores utilizando un potenciómetro portátil para carne que indicaba el resultado inmediatamente. Al deshuesar la canal se apartaron los lomos y las piernas posteriores las cuales fueron evaluadas visualmente utilizando las tablas para medir los estándares de calidad de la carne (National Pork Producers Council, 1999). Las variables evaluadas fueron: el color y la textura que se hizo en un corte extraído de la pierna y el marmoreo en un corte extraído del lomo.

En la segunda etapa se evaluaron los resultados de los análisis microbiológicos, para llegar a las conclusiones de donde se aumentaron o disminuyeron las cargas bacterianas y las acciones a tomar para bajarlas y para poder definir los PCC junto con un análisis de riesgos de los procedimientos de operación y los diagramas de flujo en cada paso del proceso, antes del HACCP. Para evaluar los resultados microbiológicos obtenidos se tomaron como parámetros los establecidos por la United State Department of Agriculture USDA (1996); para los riesgos

físicos y químicos, la experiencia del equipo HACCP y la cuidadosa observación de todo el proceso. En esta etapa se aplicaron los 7 principios del HACCP, que incluyó la elaboración del plan HACCP por escrito (Ver Anexos 1 y 2).

En la tercera etapa se implementaron los 7 principios del HACCP; esto quiere decir que se empezó a hacer lo que se planificó en la segunda etapa y se validó. Previo a llevar los registros se capacitó a todos los empleados en buenas prácticas de manufactura, en los procedimientos de operación estándar y el plan HACCP para que pudieran aplicarlo a su puesto de trabajo.

En la cuarta etapa, cuando el sistema HACCP ya estaba implementado y verificado, con el personal debidamente capacitado y funcionando, se hizo un segundo muestreo microbiológico de los pasos del proceso de matanza en los mismos puntos evaluados al inicio, para poder medir la mejora en la calidad bacteriológica de la carne.

5.5. Análisis de resultados

Con el fin de comparar los dos métodos de control de calidad se evaluaron las variables siguientes:

1. Cuantitativas discretas: a través de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para rangos pareados (Sibrián, 1984).

- a) Análisis microbiológico de las canales en la sala de matanza; a través de mediciones en UFC/cm² para recuento total aeróbico, *Escherichia coli*; para *Salmonella spp.* se evaluó presencia o ausencia.
- b) Análisis microbiológico de carne deshuesada en UFC/cm² para recuento total aeróbico, *Escherichia coli* y *S. Aureus*; para *Salmonella spp.* se evaluó presencia o ausencia.
- c) Color, marmoreo y textura en los trozos de carne muestreados.

2. Cuantitativas continuas: por X²

- a) Las temperaturas de las cámaras frías y congeladas en °C.
- b) pH

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La integración del equipo HACCP, el análisis de riesgos, la identificación de puntos críticos de control, el análisis de cada uno de los pasos del proceso (ver Figuras 1 y 2) y la determinación de las deficiencias dentro de la primera etapa fue muy valiosa para el desarrollo del plan, debido a que surgieron de las discusiones del equipo HACCP algunas necesidades de inversión en infraestructura para la planta, tales como: la compra de esterilizadores de cuchillos, se compraron equipos de refrigeración más potentes y se cambiaron en algunos equipos y utensilios los materiales utilizados por unos más resistentes o adecuados, como los de acero inoxidable. Entre las cosas que se modificaron estuvieron las gradas, lámparas, parrillas, paredes y mesas. Así también se documentaron algunos procesos de limpieza y manejo de sustancias peligrosas como lo exigen las normas de buenas prácticas de manufactura. Además se implementó un sistema para auditar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y los procesos; estas auditorías contribuyeron a los acuerdos que se hicieron durante las reuniones HACCP. Todos estos hallazgos eran tomados como oportunidades de mejora potencial.

El muestreo microbiológico realizado en esta etapa, ayudó a determinar los puntos críticos de control, debido a que se estableció como se comportaron las cargas bacterianas a lo largo del proceso antes de la implementación del plan HACCP (Ver Figuras 1 y 2). En el desangrado el recuento total de bacterias, inició con valores que oscilaban entre 2×10^6 y 7.9×10^6 UFC/cm² en pierna y abdomen (Ver Cuadro 1); al llegar al paso de rasurado en mesa, el recuento total de bacterias disminuyó debido a que la escaldadora estaba a una temperatura mayor de 60°C y permanecía el animal un mínimo de 3 minutos en el agua. Luego al llegar al paso de lavado de la canal, previo al eviscerado, que era el paso donde se rasuraba la canal con un cuchillo, el recuento total de bacterias en pierna se mantuvo en 4×10^5 , mientras que en el abdomen se aumentó a 1.2×10^6 UFC/cm². Por esto se concluyó que era necesario controlar este punto para asegurar que el personal desinfectara el cuchillo previo a trabajar cada canal, para así evitar la contaminación. A este punto se le llamo PCC1B ya que este paso se controlaba a través de un monitoreo (Anexo 1). En el eviscerado la carga bacteriana encontrada bajó en ambas regiones debido a que la canal provenía de un lavado en duchas, concluyéndose que el agua tendía a disminuir la contaminación de la canal. En este caso el eviscerado no tuvo influencia en el

incremento de la carga microbiana por lo que no representó un riesgo de contaminación, ya que se seguían los procedimientos de operación estándar, además que se contaba con personal calificado para desarrollar la tarea. Al hacer el muestreo en el paso de lavado final de la canal se observó que la carga bacteriana aumentó; estos resultados microbiológicos ayudaron a determinar que era necesario mejorar los procedimientos de desinfección de cuchillos en el rasurado de la canal, para lo que se establecieron controles y se logró asegurar que el riesgo era controlado por las buenas prácticas de manufactura. Como menciona Rosmini (1994) está contaminación puede llegar a la canal por contacto con los equipos y utensilios, manos del personal, ropas de los operarios y el agua utilizada para el lavado, si éstos no están debidamente sanitizados.

En el muestreo durante el lavado final de la canal se observó que el recuento aumentó; esto pudo deberse al efecto aditivo de varios factores como la contaminación que se haya dado en algunos puntos de la canal en el eviscerado, el corte de la misma, mas el manipuleo de las canales por el personal y que el proceso lavado de la canal no haya sido el adecuado. Se consideró que está carga microbiana se podía controlar con un proceso de monitoreo del PCC2FB (ver Figura 1), ya que el baño y la posterior desinfección (PCC3QB) era necesario controlarlo. El monitoreo se realizó revisando el funcionamiento de los aspersores para el lavado y la concentración de desinfectante aplicado, para que este proceso de lavado contribuyera a disminuir las cargas bacterianas en la canal; llegar a estas conclusiones fue posible porque el personal que integró el equipo HACCP tenía bastante experiencia en el proceso. Según menciona Troeger (1995), el recuento bacteriano de las superficies de las canales no debería ser afectado si se trabaja higiénicamente en las consideradas zonas limpias que son el eviscerado y la división de canales. El análisis de riesgos ayudó a definir los pasos del proceso donde se establecieron controles una vez implementado el plan HACCP, para poder bajar la carga bacteriana (ver Anexos 1 y 2). Los puntos críticos de control definidos fueron los siguientes: el lavado del canal previo al eviscerado y en el lavado final de la canal (Ver Figura 1).

Al realizar el análisis microbiológico después que el plan HACCP estuvo implementado, se observó una mejora significativa de los recuentos en ambos puntos críticos, demostrando que es

necesario el control en estos pasos del proceso para minimizar el riesgo de contaminación microbiológica de la canal.

Al comparar las cargas microbiológicas antes y después del HACCP, se puede notar que a nivel general en todas las etapas del proceso de matanza hubo una diferencia considerable en el recuento total de bacterias, siendo mucho menores las cargas bacterianas después del HACCP. (Ver Figura 3). Esto probablemente debido a que la capacitación reforzó el control de proceso de matanza a través del monitoreo de los puntos críticos de control y de la mejora de la supervisión del proceso, puesto que antes del HACCP el personal no realizaba un buen lavado de cerdo previo al ingreso a la sala de matanza. También podría afirmarse que al iniciarse el proceso con un cerdo más limpio se logra mantener la carga bacteriana al mínimo y que tanto el personal como los cerdos estaban libres de contaminación con *Salmonella sp*, pues en todos los muestreos realizados no se logró aislar la bacteria.

Se consideró que el sistema HACCP implementado fue efectivo para minimizar la incorporación de bacterias durante el procesamiento y que el factor humano es uno de los aspectos más importantes a desarrollar para asegurar el éxito de este sistema siendo imprescindible el contar con personal capacitado y motivado para el adecuado funcionamiento del mismo, lo cual coincide con lo que menciona Rosmini (1994) en un estudio realizado de análisis de riesgos y puntos críticos de control en la línea de faena de bovinos.

Los resultados de todos los muestreos realizados, ya analizados a este punto, contribuyeron al análisis de riesgos realizado por el equipo HACCP y fueron determinantes para establecer los puntos críticos de control microbiológicos (PCC-B). La determinación de los puntos críticos de control físicos (PCC-F) y microbiológicos se llevaron a cabo solo por observación, y basados en la experiencia de los miembros del equipo HACCP.

En la Figura 1 se encuentran definidos los puntos críticos de control (PCC) determinados en el proceso de matanza que fueron cuatro: el lavado previo al eviscerado (PCC1B) que se le denominó PCC por punto crítico de control, 1 por ser el primer PCC del proceso y B por ser un riesgo biológico. El segundo fue en el lavado final de la canal PCC2FB que a la vez es físico y

biológico; en el paso de desinfección de la canal antes del deshuese PCC3QB que es químico y biológico y en el refrigerado de la canal PCC4B que es un riesgo biológico solamente.

Cuadro 1. Efecto de los métodos de control de calidad: tradicional vrs. HACCP sobre la carga microbiológica en las diferentes etapas del proceso de matanza de cerdos de un rastro en Palín, Escuintla.

Etapa de la matanza	Área de muestreo	Antes del HACCP			Después del HACCP		
		Recuento total de bacterias aerobias. UFC/cm ²	Coliformes totales UFC/cm ²	<i>Escherichia coli</i> UFC/cm ²	Recuento total de bacterias aerobias. UFC/cm ²	Coliformes totales UFC/cm ²	<i>Escherichia coli</i> UFC/cm ²
Desangrado	Pierna	2,000,000	90	188	123,200	60	48
	Abdomen	7,900,000	18	50	51,400	14	11
Rasurado en mesa	Pierna	400,000	10	10	2,400	1	0
	Abdomen	400,000	13	10	2,200	1	0
Lavado previo eviscerado	Pierna	400,000	2	2	3,150	78	61
	Abdomen	1,200,000	113	100	610	1	0
Eviscerado	Pierna	80,000	4	4	1,863	2	8
	Abdomen	60,000	19	10	984	2	1
Lavado final	Pierna	1,200,000	61	10	1,206	12	0
	Abdomen	1,200,000	1	0	719	391	2
Desinfección antes de deshuese	Pierna	5,390	391	191	1,025	1	0
	Abdomen	859	12	7	604	0	0

Salmonella spp. no se aisló en 162 muestreos totales realizados.

UFC: Unidades formadoras de colonia.

cm²: centímetro cuadrado.

Requisitos microbiológicos establecidos para la matanza de cerdos de USDA (Vega, 1997)

Área de muestreo	Recuento total de bacterias aerobias. UFC/cm ²	Coliformes totales UFC/cm ²	<i>Escherichia coli</i> UFC/cm ²	<i>Salmonella</i>
Pierna Nuca Abdomen 1/1000 canales	No hay límite	10-10,000	10-10,000	8.7% de positivos

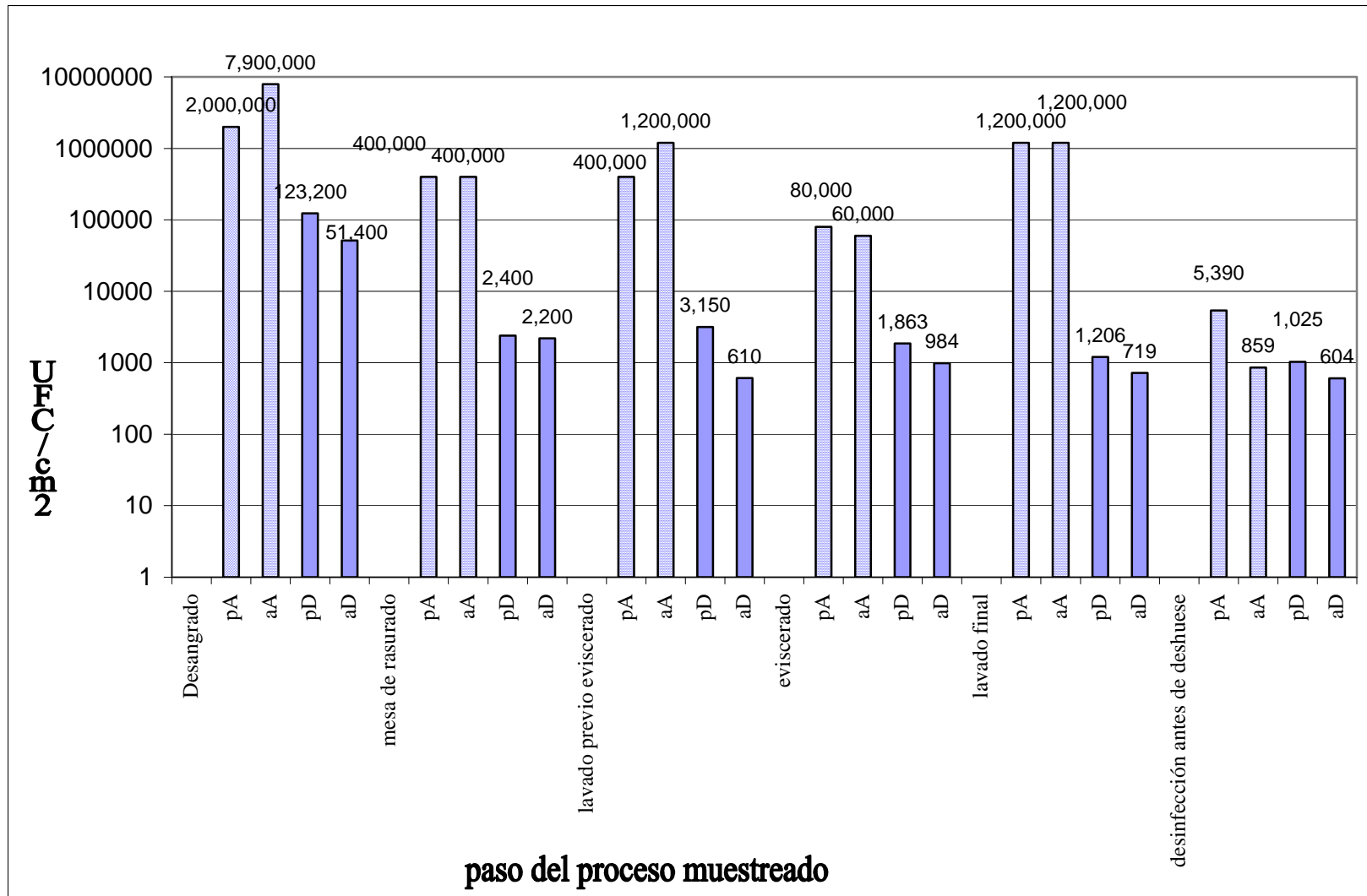


Figura 3. Recuento total de bacterias aerobias en unidades formadoras de colonia (UFC/cm²) en canales muestreadas en pierna (p) y abdomen (a) antes (A) y después (D) de implementado el HACCP a lo largo del proceso de matanza en un rastro en Palín, Escuintla.

En la Figura 2 se identifican los puntos críticos de control encontrados en el proceso de deshuese, los cuales fueron: en la selección de la carne que se le denominó PCC1F porque se controla contaminación física, en la refrigeración PCC2B y en el almacenamiento de congelados PCC3B, porque se controlaron riesgos biológicos.

El Cuadro 2 presenta la comparación de los análisis microbiológicos de la carne deshuesada antes y después de implementado el HACCP. El análisis estadístico de esos datos permitió establecer que el recuento total de (UFC/g) en el producto terminado que es la carne deshuesada, después de implementado el HACCP fue minimizado considerablemente ($P < 0.05$), mientras que el recuento de coliformes y *E.coli* no fue afectado, lo cual permite suponer que la presencia de la mayoría de ellas respondió a causas ajenas al proceso de producción y estuvieron más relacionadas con la capacitación y motivación del personal operativo (Ver Figuras 4 y 5). Hay que tomar en cuenta que en Guatemala no existe una norma COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas y Regulaciones) vigente para carne cruda, sin embargo se tomó la norma NGO 34 245 la cual aún está en proceso de revisión y la cual sustituyó a la norma NGO 34 130 pues era la única opción, aunque está había perdido su vigencia a partir de 1994, pero no se tuvo otra norma de referencia más actualizada. Otro punto importante a destacar es que durante todo el muestreo no se excedieron los límites permitidos por la norma NGO 34 245.

En conclusión puede afirmarse que a pesar que la carne cumplía con estas regulaciones microbiológicas antes de la implementación del sistema HACCP, estos resultados mejoraron notablemente después, esto permite concluir que la mejora en la calidad microbiológica de la carne aunque no fuese significativa puede contribuir junto con un buen manejo a aumentar el tiempo de vida de anaquel del producto.

Cuadro 2. Comparación de los análisis microbiológicos de la carne deshuesada antes y después de implementado el plan HACCP en el recorte de cerdo y la norma COGUANOR 34245 en un deshuese en Palín, Escuintla.

Antes de HACCP					
Muestra	Recuento total de bacterias UFC/g	Coliformes UFC/g	<i>E. coli</i> UFC/g	<i>Salmonella spp.</i> en 25g de muestra	<i>S. aureus</i> en 25g de muestra
1	204,000	740	70	Negativo	<10 negativo
2	3,000,000	43	<3 Negativo	Negativo	<10 negativo
3	23,000	23	<3 Negativo	Negativo	30
4	5,300,000	240	<3 Negativo	Negativo	<10 negativo
5	32,000	>1,100	<3 Negativo	Negativo	<10 negativo
Después de HACCP					
Muestra	Recuento total de bacterias UFC/g	Coliformes UFC/g	<i>E. coli</i> UFC/g	<i>Salmonella spp.</i> en 25g de muestra	<i>S. aureus</i> en 25g de muestra
1	18,000	800	20	negativo	<10 negativo
2	15,800	90	<10 negativo	negativo	<10 negativo
3	5,600	230	70	negativo	<10 negativo
4	13,800	370	10	negativo	<10 negativo
5	58,000	230	60	negativo	70

UFC: Unidades formadoras de colonia.

g: gramo.

NORMA COGUANOR NGO 34 130 (1982) vigente hasta 1994 actualizada en la NGO 34 245				
Recuento total de bacterias UFC/g	Coliformes UFC/g	<i>E. coli</i> UFC/g	<i>Salmonella spp.</i> en 25g de muestra	<i>S. aureus</i> en 25g de muestra
No hay límite	50,000	<100	negativo	<100

No se aisló *Salmonella spp.*

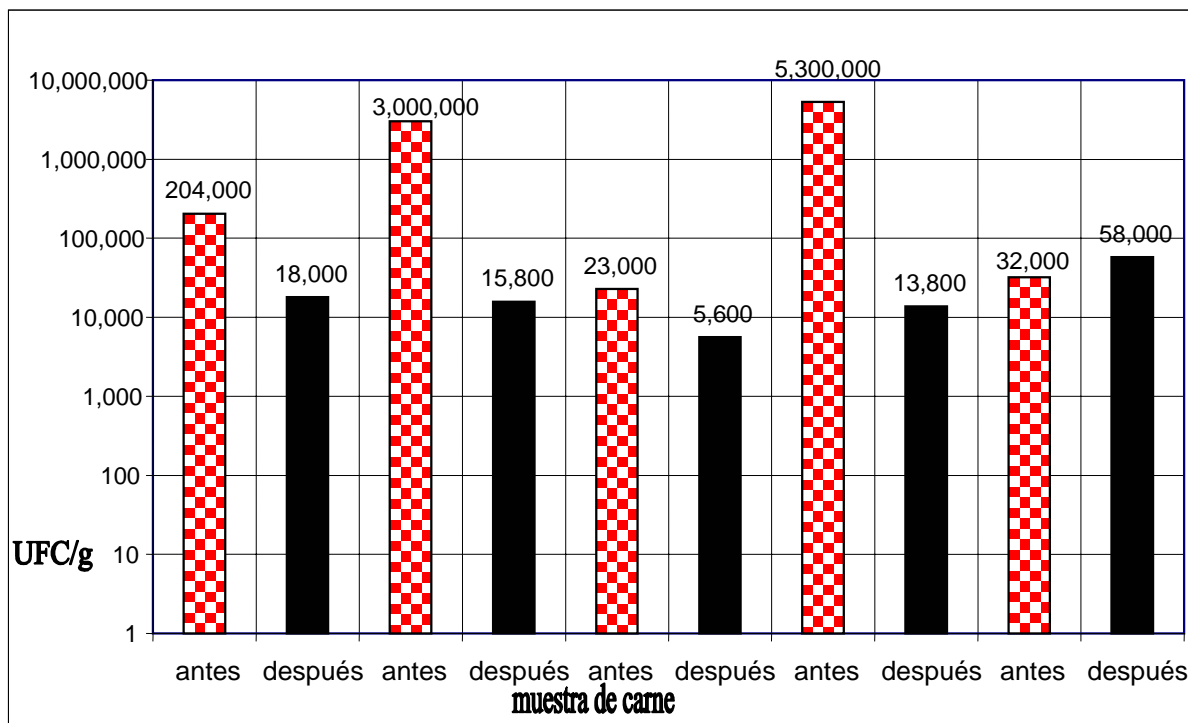


Figura 4. Comparación de los recuentos totales de bacterias aerobias en unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) en 5 muestras de carne deshuesada antes y después de implementado el HACCP en un deshuese en Palín, Escuintla.

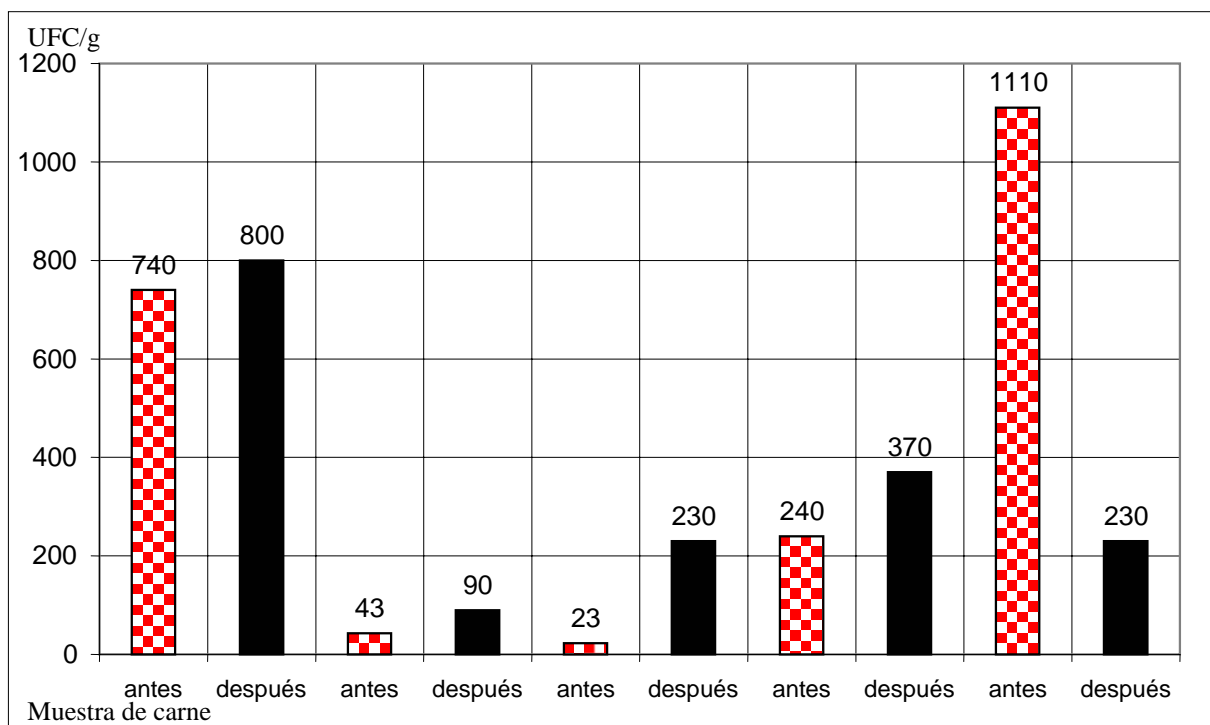


Figura 5. Comparación de los análisis microbiológicos de recuentos totales de coliformes en UFC/g en 5 muestras de carne deshuesada antes y después de HACCP en un deshuese en Palín, Escuintla.

De manera general, hasta este punto del trabajo, durante el estudio antes y después de la implementación del sistema en la evaluación de canales, no hubo presencia de *Salmonella sp.* en todos los muestreos a pesar que después de implementado el HACCP se evaluaron canales durante 1 año con el plan implementado; el recuento total de bacterias se logró disminuir ($P < 0.05$) en cambio el de coliformes y *E. coli* no disminuyó, ($P < 0.05$). Sin embargo siempre se estuvo muy por debajo de los límites establecidos por las regulaciones tanto antes como después de implementado el HACCP, pero con la implementación de este se reduce la probabilidad real de un incremento poblacional inesperado de éstas como consecuencia de un descuido o mal manejo de la canal o de la carne durante el proceso. Es importante mencionar que los resultados de los análisis microbiológicos de la carne en canal, antes y después del HACCP cumplían con las regulaciones USDA (Vega, 1997); los que establecen lo siguiente: para el recuento total de bacterias aerobias no existe un límite, en cuanto a *E. coli* el límite es de 10 a 10,000 UFC/cm² y para *Salmonella sp.* 8.7% de positivos (ver Cuadro 1). El HACCP es un sistema que da un mayor grado de confianza al consumidor en cuanto a la inocuidad del producto debido a que este sistema provee evidencias objetivas de control como lo son los registros y las verificaciones del sistema.

En el Cuadro 3 se presentan los datos de pH₄₅ en la canal que se muestreó a los 45 minutos de sacrificado el cerdo y el pH₂₄ en la canal previo al deshuese, que se muestreó a las 24 horas después del sacrificio del cerdo ambos mencionados anteriormente; también se incluyen los datos de color, marmoreo y textura. Al efectuar el análisis estadístico del pH₄₅, se observó que el sistema HACCP no lo afectó, siendo similar al determinado antes de implementar el sistema. El pH₄₅ podría variar súbitamente cuando hay presencia de carne pálida, suave y exudativa (PSE), pero en las muestras analizadas no ocurrió. Al aplicar el mismo análisis anterior para el pH₂₄ se encontró diferencia ($P < 0.005$) entre antes y después de implementado HACCP, obteniéndose valores menores después del HACCP, lo que no necesariamente significa un problema, pero da la pauta que el pH podría tender a una disminución mayor, lo que si sería un problema por la posible aparición de PSE. Una explicación lógica del porqué estas variaciones no hayan sido mayores puede atribuirse a que las condiciones del cerdo que llegó a la matanza durante este estudio y las condiciones en que se efectuó el proceso de antes y después de HACCP fueron similares.

Cuadro 3. Efecto de los métodos de control de calidad: tradicional vs. HACCP sobre el pH45, pH24, color, marmoreo y textura de la carne en un rastro y deshuese en Palín, Escuintla.

Muestra	pH 45		pH 24		Color		Marmoreo		Textura	
	antes	después	antes	después	antes	después	antes	después	antes	después
1	6.7	6.5	5.9	5.6	3	3	2	2	3	2
2	6.5	6.5	5.8	5.8	3	3	2	2	3	3
3	6.4	6.4	5.9	5.9	3	3	2	2	3	3
4	6.8	6.0	5.8	5.9	3	2	2	2	3	2
5	6.7	6.8	6.2	5.9	3	3	2	2	3	3
6	6.8	6.6	6.1	5.8	3	3	2	2	3	3
7	6.6	6.5	6.2	5.6	3	3	2	2	3	3
8	6.7	6.4	6.5	5.6	3	3	2	1	3	3
9	6.4	6.5	6.0	5.7	3	2	2	2	3	2
10	6.3	6.6	5.8	5.8	3	3	2	2	3	3
Promedio	6.6	6.5	6.0	5.8	3	3	2	2	3	3

El pH generalmente es influenciado por el manejo del cerdo previo a la matanza; esto incluye el manejo en granja, durante el transporte, el descanso ante mortem, el proceso de aturdido y el desangrado; cuando el pH varía el color de la carne tiende a cambiar.

El color, el marmoreo y la textura tampoco fueron afectados por la implementación del HACCP, probablemente debido a que estas características están principalmente regidas por la genética del animal y en este caso la misma fue similar antes y después del HACCP. También se pudo observar que la apariencia de la canal mejoró, ya que a través de la implementación del sistema HACCP la presencia de material extraño se redujo de 5 reclamos a cero en 1 año de trabajo.

En el Cuadro 4 se puede observar que las temperaturas en las cámaras de refrigeración de canales y deshuese mejoraron después de la implementación del HACCP, debido a que el método comprobó la necesidad de inversión en nuevos equipos de refrigeración que mejoraron las condiciones de refrigeración, lográndose así estar por debajo de los límites críticos de temperatura establecidos, pasando de un grado de cumplimiento del límite crítico de un 15 y 0% antes del HACCP a un 88 y 85%, respectivamente; situación que aún era mejorable y se podría lograr a través de un procedimiento adecuado de seguimiento.

Cuadro 4. Comportamiento de las temperaturas de las cámaras de refrigeración y congelamiento antes y después de implementado el sistema HACCP en un rastro y deshuese en Palín, Escuintla.

Parámetro	Antes del HACCP				Después del HACCP			
	Cámara producto terminado	Cámara de congelados	Cámara de canales	Deshuese	Cámara producto terminado	Cámara de congelados	Cámara de canales	Deshuese
Límite crítico	4°C	-10°C	3°C	10°C	4°C	-10°C	3°C	10°C
% dentro del límite crítico	90%	100%	15%	0%	90%	100%	88%	85%
Promedio	3.5	-19.5	4.6	19°C	3.5	-19.5	2.6	9.5

Por todo lo anteriormente expuesto es evidente que HACCP es un sistema de control utilizado en la industria de alimentos, que permite la prevención efectiva de riesgos de contaminación física, microbiológica y química, que está más enfocado hacia la seguridad del producto y no tanto hacia la calidad. Este sistema también puede ayudar a mejorar la calidad, debido que los procesos de verificación y supervisión continuos, contribuyen a implementar mejoras que con el método de control tradicional no se logran. Además, se debe tomar en cuenta que la base o pre-requisitos del sistema HACCP son las buenas prácticas de manufactura, y la mejora de éstas fortalecen el sistema debido a que el mismo obliga a programar auditorias periódicas. Así también requieren la participación y la capacitación del personal que son la clave del éxito del funcionamiento del plan HACCP.

Finalmente, bajo las condiciones actuales de un mundo globalizado, el HACCP tiene en común con la norma ISO 9001:2000², alrededor de 24 cláusulas que se encuentran dentro de los requisitos de la norma, mismos que son base y un pre-requisito para poder optar a una certificación, que se vuelve indispensable para enviar productos alimenticios al mercado internacional sin limitaciones, entonces su implementación resulta relevante dentro del proceso de matanza y deshuese de carne de cerdo en Guatemala.

² Sistema de Gestión de la Calidad reconocido a nivel mundial, que puede ser certificado por un ente certificador. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la etapa de diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio post-venta.

VII. CONCLUSIONES

En el rastro y deshuese en Palín Escuintla donde se realizó la evaluación y bajo las condiciones en que se trabajan allí, se llegó a las conclusiones siguientes:

1. La implementación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) en la matanza y en el deshuese, mejora considerablemente la calidad microbiológica de la carne en canal y de la carne deshuesada, comparado con el sistema tradicional de control de calidad, debido a que la contaminación de la canal y los recuentos totales de bacterias aerobias disminuyen y se asegura el control de coliformes y *E. coli*.
2. Aunque los estándares microbiológicos para las canales de USDA como aquellos referidos en la norma COGUANOR NGO 34 245 para carne cruda deshuesada (norma que sustituyó a la NGO 34 130 vigente en 1994) se satisfacían antes y después de implementado el HACCP, este sistematiza los controles en los PCC's, lo que da mayor grado de confianza para ofrecer un alimento inocuo al consumidor.
3. Las propiedades sensoriales evaluadas en la carne (color, marmóreo y textura) y el pH a los 45 minutos de sacrificado el cerdo, resultaron ser las mismas independientemente del sistema de calidad que se utilice. Mientras que el pH a las 24 horas del sacrificio si se vio afectado.
4. La implementación del sistema HACCP contribuye a mejorar los procesos, debido a que el sistema de verificación programado detecta hallazgos, que se toman como oportunidades de mejora.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema HACCP en los rastros y/o en las salas de deshuese en toda la República de Guatemala, ya que éste garantiza el cumplimiento de normas internacionales y son la base de sistemas como el ISO 9001:2000 que ayudan a satisfacer los requerimientos del mercado local y de exportación.
2. Durante la implementación y funcionamiento del sistema HACCP, se debe poner especial cuidado en la capacitación y la motivación que se de al personal involucrado en el mismo, pues son la clave del éxito de éste y otros sistemas de calidad. Así también como en el sistema de verificación interna y externa con que se cuente.
3. En trabajos similares y posteriores al presente se debieran hacer análisis financieros que permitan evaluar el costo y los beneficios de la implementación del HACCP.

IX. RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar un sistema de control de calidad tradicional vs. un sistema HACCP implementado en un rastro y deshuese en Palín, Escuintla, para lo cual se efectuaron análisis microbiológicos en las canales y la carne deshuesada previo y después de la implementación del sistema HACCP. Se efectuó un análisis de riesgos en el proceso de matanza y deshuese, se elaboraron los diagramas de flujo correspondientes, se identificaron los puntos críticos de control (PCC), y se aplicaron las medidas de control y monitoreo. El proceso inicial de evaluación y la implementación tuvo una duración de 4 meses y la evaluación de canales se llevó a cabo durante un año.

Como resultado del HACCP se logró establecer lo siguiente: al comparar las cargas microbiológicas antes y después del HACCP, se puede notar que a nivel general en todas las etapas del proceso de matanza hubo una diferencia considerable en el recuento total de bacterias, siendo mucho menores ($P < 0.05$), las cargas bacterianas después del HACCP en cambio el de coliformes y *E. coli* no disminuyó ($P < 0.05$). *Salmonella spp* no se logró aislar en ninguno de todos los muestreos. Prueba de estos es que en el paso de lavado previo eviscerado los recuentos totales de bacterias bajaron de 1,200,000 a 610 UFC/cm² en abdomen. En el lavado final de la canal el recuento total de bacterias bajo de 1,200,000 a 719 UFC/cm² en abdomen. Como resultado del estudio se podría afirmar además que iniciar el proceso con un cerdo más limpio logra mantener la carga bacteriana al mínimo. Sin embargo a pesar de las diferencias entre las cargas bacterianas antes y después de implementado el HACCP los recuentos siempre estuvieron muy por debajo de los límites establecidos por las regulaciones para canales USDA y para carne deshuesada COGUANOR NGO 34 245.

También se evaluó la apariencia de la canal (libre de contaminación física y química) y calidad de la carne. Las propiedades sensoriales evaluadas en la carne (color, marmóreo y textura) y el pH a los 45 minutos de sacrificado el cerdo, resultaron ser las mismas independientemente del sistema de calidad que se utilizó. Mientras que el pH a las 24 horas del sacrificio si se vió afectado, tendiendo a ser menor después de implementado el HACCP.

El sistema HACCP implementado se consideró efectivo para minimizar la incorporación de bacterias durante el procesamiento y para asegurar la inocuidad del producto. El nivel de implementación de buenas prácticas de manufactura y el factor humano son aspectos claves importantes a desarrollar para asegurar el éxito de este sistema, siendo imprescindible contar con personal capacitado y motivado para su adecuado funcionamiento.

X. BIBLIOGRAFIA

Bauman, H E. 1974. The HACCP concept and microbiological hazard categories. Food Technology. US 28(9):28-32.

Bryan, F L. 1994. Prevention of food borne illness by time temperature control of cooking chilling and reheating turkeys in school lunch kitchens. Milk Technology US 28(9):420-429.

Buttler, M. 1979. Hazard analysis of food services operations. Food Technology. US (8)2:78-87.

Hoffman, K. 1973. Quality meat production. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 485.

_____. 1990. Definition and measurement of meat quality. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 941.

_____. 1994. Conceptos de calidad en carne y productos cárnicos. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 3-12.

Honikel, K. 1994. Posibles mejoras para lograr el mejoramiento de la calidad de la carne. Fleischwirsch, español. Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 45-50.

Kauffman, F. 1974. Hazard analysis critical control points and good manufacturing practices regulations in food plant inspections. International congress on food science and technology. Madrid, Schaffner. p. 402-407.

Leistener, L. 1991. Residuos en la carne y los problemas que origina. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 44-53.

Morales, S. 1997. Curso de análisis de riesgos y puntos críticos de control. Programa de investigación, desarrollo y extensión: Implementación de HACCP. México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, N.L. p. 80-115.

Moreno, B., *et. al.* 1992. El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos: su introducción en las industrias de alimentos en los años 90. Alimentaria. México, DF., Universidad de León. p. 19-26.

National Research Council. 1985. An evaluation of the role of microbiological criteria in food ingredients. Report of the subcommittee on microbiological criteria, committee of food protection, Food and nutrition board. Washington, D.C. National Academy. s.p.

Norma Guatemalteca Obligatoria. 1981. COGUANOR NGO 34 130 Carne y productos cárnicos. Embutidos crudos y cocidos, abril de 1982, eliminada en agosto de 1994. p. 1-11.

Norma Guatemalteca Obligatoria. 2003. COGUANOR NGO 34 245 Carne y productos cárnicos. Embutidos crudos y cocidos, en revisión. p. 1-15.

Pascual, MR. 1989. Microbiología alimentaria: detección de bacterias con significado higiénico sanitario. Madrid, ES., AGISA. p. 440

Rosmini, MR. 1994. Análisis de riesgos y puntos críticos de control en línea de faena de bovinos. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 8-11.

Salvage, B. 1994. La seguridad en el proceso se refleja en mayores ganancias. México, Carnetec ITESM p. 12-14.

Symposium Proceso Y Control De Productos Cárnicos. (1990 GUATEMALA). Sistema de beneficio de bovinos a nivel de rastro. Ed. por. MA. Girón. Guatemala Departamento de Microbiología, USAC/FMVZ. 5 p.

Sibrian, R. 1984. Manual de técnicas estadísticas simplificadas. Ed. . Guatemala, INCAP 265p.

Troeger, K. 1991. Sacrificio: protección animal y calidad de la carne. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 3-10.

_____. 1995. Evaluación de los riesgos de higiene durante la matanza. Fleischwirtschaft, Instituto Federal de tecnología e investigaciones de la carne. Alemania, Deutscher Fachverlag GmbH. p. 8-14.

Vega, M. 1997. Curso de análisis de riesgo y puntos críticos de control. Programa de investigación desarrollo y extensión: Microbiología. México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey ITESM N.L. p. 2-40.

Velazco, J. 1997. Curso de análisis de riesgo y puntos críticos de control. Programa de investigación desarrollo y extensión: Introducción al HACCP. México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey ITESM N.L. p. 41-80.

Zamorano, JM. 1993. Calidad de la carne y de la res bovina. Ed.por J. Velazco. Carnetec ITESM (MX.) 25:23-24.

XI. ANEXOS